

2017

PROYECTO FINAL: SULFATO DE AMONIO



Baffa, Franco

Carreras, Nahuel

Martínez, Juan Francisco

Massolo, María Emilia

INGENIERÍA QUÍMICA

[UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL]



[FACULTAD REGIONAL DELTA]

Índice

Capítulo 1: Introducción.....	3
a. Presentación del Producto	
b. Propiedades Físicoquímicas	
c. Aplicaciones	
d. Métodos de producción	
e. Materias Primas	
f. Gross-Profit	
Capítulo 2: Estudio del Mercado.....	13
a. Mercado Global	
b. Mercado Nacional	
c. Importaciones y Exportaciones	
d. Análisis de Capacidad	
Capítulo 3: Localización de Planta.....	24
a. Análisis de Factores	
b. Evaluación de Alternativas	
c. Selección de Localización Óptima	
Capítulo 4: Selección de Tecnología.....	28
a. Análisis Métodos Alternativos	
b. Selección Tecnología Óptima	
Capítulo 5: Ingeniería de Proceso.....	37
a. Diagrama de Bloques.....	37
b. Diagrama de Flujo.....	38
c. Descripción del Proceso.....	39
d. Balance de Masa y Energía.....	50
e. Diagrama de Cañerías e Instrumentación (P&ID)	53
f. Instrumentación y Control.....	55
g. Diseño de equipos en detalle.....	73
i. Reactor Tanque Agitado.....	73
ii. Torre de Absorción Reactiva.....	90
iii. Intercambiador de Calor.....	102
iv. Tanques Materia Prima.....	113
h. Dimensionamiento equipos.....	123
i. LayOut.....	140
j. Sistemas de Cañerías.....	159
k. Diagrama Isométrico.....	161
l. Servicios Auxiliares.....	174
Capítulo 6: Puesta en Marcha.....	187
a. Check-Lists	
b. Pruebas en Equipos	
c. Secuencia de Arranque	

Capítulo 7: Aspectos Ambientales.....	197
a. Legislación y Normativa Vigente	
b. Categorización	
c. Evaluación Impacto Ambiental	
Capítulo 8: Estudios de Seguridad e Higiene.....	215
a. Legislación y Normativa Vigente	
b. Identificación de Riesgos	
c. Medidas Preventivas y de Contingencia	
d. Fichas de Seguridad	
Capítulo 9: Estructura Organizacional.....	238
a. Estructura Óptima	
b. Organigrama	
c. Detalle por Departamentos	
Capítulo 10: Evaluación Económica.....	247
a. Determinación de la Inversión	
b. Financiamiento	
c. Tamaño Mínimo Económico	
d. Flujo Libre de Caja	
e. Determinación de Rentabilidad	
f. Análisis de Sensibilidad	
Bibliografía.....	265
Patente EP1067093A1.....	268

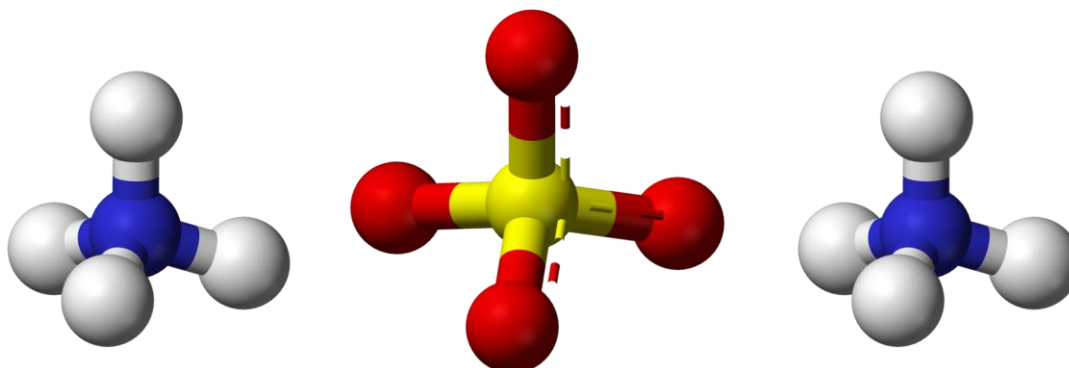
INTRODUCCIÓN

Nombre Del Producto: SULFATO DE AMONIO

Fórmula Química: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

- **Aspecto:** Gránulos o cristales blancos.
- **Olor:** Ligero olor a amoniacal.
- **Peso Molecular:** 132.14 g/mol
 - Nitrógeno Total (N):** 21.0% de Nitrógeno Amoniacal (w/w)
 - Azufre Total (S):** 24.0% de Azufre en forma de Sulfato (w/w)
- **Tamaño de partícula:** 0.50 a 0.85 mm
- **Solubilidad:** Apreciable en el agua. 41,22 g/100 g de agua @25°C (77°F)
- **Densidad:** 1,8 @15°C (59°F)
- **pH:** 5,5 (0,1 M de solución acuosa).
- **% De Volátiles por Volumen @21°C (70°F):** 0%
- **Punto de ebullición:** N/A
- **Punto de fusión:** 235 – 280°C (455 – 536°F). Se descompone.
- **Densidad de vapor (Aire = 1):** N/A
- **Presión de Vapor (mmHg):** N/A
- **Tasa de evaporación (BuAc = 1):** N/A
- **Índice de Salinidad:** 69



Calidades

Generalmente, se vende en forma de:

- **Gránulos**, desde 10mm a 1mm.
- **Polvo o fino**, con una granulometría variable.
- **Acuoso**, sulfato de amonio en disolución con agua.

Los granulares, facilitan la aplicación y disolución del mismo sobre la tierra siempre y cuando se disponga de un sistema de riego o lluvias aseguradas.

En algunos casos, el sulfato de amonio líquido, contiene surfactante, un componente clave que facilita la aplicación foliar a diferencia del granulado que necesita de agua para disolverse. El sulfato de amonio en forma de talco o polvo, no es recomendado debido a que se dificulta la aplicación e incluso se corre el riesgo de que el mismo se pierda por la acción del viento.

APLICACIONES

El Sulfato de Amonio es la fuente más accesible de nitrógeno de baja concentración, tiene un uso muy generalizado en la agricultura y además es un componente relevante en la producción de fórmulas balanceadas de fertilización. Se aplica ampliamente al suelo en forma directa como monoproducto, es una excelente fuente de fertilización en cultivos que extraen grandes cantidades de azufre del suelo como lo son los cultivos forrajeros (pastos y alfalfa), hortalizas (crucíferas, cebolla y ajo), cereales (trigo y cebada) y gramíneas (maíz, sorgo y caña de azúcar), entre otros. Debido a su baja concentración de nitrógeno es una fuente de fertilización costosa por unidad de nitrógeno aportado y también por unidad de nitrógeno transportado.

Contiene principalmente Amonio (NH_4^+) y Sulfato (SO_4^{-2}); es un producto de pH ácido y que se recomienda aplicar en suelos calizos y alcalinos por su fuerte efecto acidificante. Su utilidad como fertilizante se debe a que la necesidad de azufre está muy relacionada con la cantidad de nitrógeno disponible para la planta, por lo que el Sulfato de Amonio hace un aporte balanceado de ambos nutrientes. El azufre inorgánico del suelo es absorbido por las plantas principalmente como anión sulfato y debido a su carga negativa, no es atraído por las arcillas del suelo y los coloides inorgánicos; el azufre se mantiene en la solución del suelo, moviéndose con el flujo de agua y por esto es fácilmente lixiviable. En algunos suelos esta lixiviación acumula azufre en el subsuelo, siendo aprovechable por cultivos de raíces profundas. El riesgo de lixiviación del mismo es mayor en los suelos arenosos que en suelos de textura franca o arcillosa. Los suelos con bajos contenidos de materia orgánica (<2%) comúnmente presentan deficiencias de azufre, cada unidad porcentual de materia orgánica libera aproximadamente 6 Kg del mismo por ha por año.

En las plantas el nitrógeno y el azufre tienen una relación muy estrecha en el papel nutricional de las mismas, esto se debe a que ambos nutrientes son constituyentes de las

proteínas (aminoácidos) y están asociados con la formación de la clorofila (involucrada en el proceso de fotosíntesis).

Otras aplicaciones industriales son:

- Potenciador de glifosato
- Retardante de llama
- Aditivo alimentario
- Purificación de proteínas mediante precipitación fraccionada. Las globulinas precipitan en presencia de esta sustancia (separándose de albúmina), siendo posible re-disolverlas posteriormente para continuar su estudio.

Sustitutos

Técnicamente, es el único compuesto como fertilizante, que tiene el doble aporte de nitrógeno y sulfato. Igualmente, existen los tipos de fertilizantes compuestos que son:

- NPK(S): Son aquellos fertilizantes compuestos que contienen, como elementos primarios, nitrógeno, potasio y fósforo. Algunos, como secundarios también aportan azufre. El nitrógeno (N) es esencial para el crecimiento de las plantas, aumenta el contenido en proteínas, participa en la fotosíntesis y forma parte de todas las células. El fósforo (P) interviene en la fotosíntesis, en el almacenamiento y transferencia de energía, en la división celular, promueve la formación y el crecimiento de las raíces. El potasio (K) contribuye a evitar organismos invasores.
- Tiosulfato de amonio: El TSA es el fertilizante líquido azufrado más comúnmente utilizado. Se fabrica mediante la reacción de dióxido de azufre, S elemental y amoníaco líquido. Otros fertilizantes tiosulfato líquidos comunes se producen de forma similar. Los tiosulfatos son altamente solubles en agua y son compatibles con muchos otros fertilizantes fluidos. El TSA es generalmente mezclado con urea – nitrato de amonio (UAN) para producir un fertilizante ampliamente utilizado de grado 28-0-0-5 (5% S). Los tiosulfatos son valiosos materiales fertilizantes porque son fáciles de manipular y aplicar, requieren mínimas precauciones de seguridad y son compatibles con muchos otros fertilizantes comunes. Sin embargo, estos fertilizantes no deben ser mezclados con soluciones muy ácidas ya que estas pueden causar la descomposición de la molécula de tiosulfato y posterior liberación del gas dióxido de azufre que es nocivo.

Luego, con aporte únicamente de nitrógeno, se encuentran:

- Urea: Es un compuesto orgánico blanco y cristalino, de fórmula $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, conocida también como carbamida, perteneciente a la familia química de amidas alifáticas. Presenta un punto de fusión de 132,7 °C, es soluble en agua (fácilmente en agua caliente) y en alcohol, y ligeramente soluble en éter. Posee una serie de propiedades que favorece su formación: es una molécula pequeña, sin carga e hidrosoluble. Casi el 50% de su peso es nitrógeno, haciendo de ella un fertilizante adecuado en el aporte del mismo.

- **Nitrato de amonio:** Es iónico, es decir, que es soluble en agua y llega rápidamente a las raíces de las plantas para ser absorbido. Es bastante barato. Su fórmula química es NH_4NO_3 , y es de 35 por ciento de nitrógeno en peso. Una ventaja de usar una forma iónica de nitrógeno es la disminución de la volatilidad. Debido a su fuerte poder oxidante, la fabricación de nitrato de amonio requiere de un procesamiento de prueba de explosión, lo que incluye tomas eléctricas especiales. Además, el compuesto acelera la combustión, por lo que almacenado en grandes cantidades podría representar un peligro de incendio.
- **Amoníaco:** El amoníaco anhidro, se aplica directamente sobre el suelo como fertilizante. Es un compuesto químico gaseoso que contiene 82% de Nitrógeno altamente disponible para las plantas. Para su manejo y transporte, el Amoníaco Anhidro, debido a su naturaleza gaseosa, debe ser comprimido hasta estado líquido, siendo posteriormente envasado en tanques de acero. Esto dificulta la aplicación sobre el terreno.

Estacionalidad del Producto

A. Como fertilizante

Los fertilizantes que contienen nitrógeno como el sulfato de amonio o la urea son más adecuados para ser utilizados después de la germinación y durante el desarrollo del cultivo.

CULTIVO	FECHA OPTIMA DE SIEMBRA
Girasol	Agosto-Septiembre
Maíz	Agosto-Febrero
Soja	Noviembre-Enero
Trigo	Mayo-Agosto

Luego de la aplicación al suelo, el sulfato de amonio se disuelve rápidamente en sus componentes amonio y sulfato. Si permanece en la superficie del suelo, el amonio puede ser susceptible a pérdidas gaseosas en condiciones alcalinas. En estas situaciones, es recomendable la incorporación del material en el suelo tan pronto como sea posible o la aplicación previa a un riego o una precipitación prevista.

En esta aplicación, se observa un marcado descenso de demanda durante el primer trimestre del año, seguido por un aumento brusco en los meses de Abril y Mayo.

Por lo tanto, durante Enero, Febrero y Marzo, la mayor parte de la producción será almacenada en stock, para luego poder cubrir las futuras ventas.

B. Como potenciador de glifosato

Este producto, en aplicaciones junto al herbicida, logra una mayor velocidad de secado de las malezas (a los siete días ya se nota visualmente) y un mejor control en aquellas que son más tolerantes.

Presenta una buena performance en condiciones de estrés de la planta y **tiene un funcionamiento altamente satisfactorio en cualquier época del año**. Puede aplicarse en mezclas con herbicidas, fungicidas, insecticidas y fertilizantes foliares en diferentes cultivos, pero no se recomienda mezclarlo con 24D Amina y 24DB Amina.

La disociación en agua del sulfato de amonio produce iones amonio (NH_4^+) y sulfato (SO_4^-). El sulfato captura e inmoviliza los cationes Ca^{++} y Mg^{++} que inhiben la acción del Glifosato y, a su vez, el ion amonio induce a la formación de compuestos Glifosato – NH_4 , los cuales facilitan la penetración en las plantas que se quieren eliminar.

ORIGEN DEL PROYECTO

La iniciativa de este proyecto surgió de la búsqueda de un producto que pudiera ser utilizado en la actividad agrícola del país, debido a que es uno de los **rubros con mayor importancia en la economía Argentina**. En nuestro caso, nos enfocamos en el cuidado de los suelos, ya que estos sufren un gran deterioro debido a su uso anual para la obtención de distintas cosechas. Es de aquí de donde nace la idea de producir Sulfato de Amonio, siendo este un fertilizante cuyo uso está en crecimiento. Esto se debe a su capacidad de aporte tanto de nitrógeno como azufre que aumentan la calidad y desarrollo de las cosechas; y también a la escasez de productos competitivos.

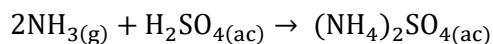
Además su fabricación es un **proceso sencillo, materias primas accesibles** en nuestro país.

A su vez, el mercado indica que es un **excelente sustituto de importaciones**, ya que se consume una mayor cantidad respecto a lo que se produce localmente. Y también es exportable, principalmente a Brasil.

En cuanto a la historia de los fertilizantes, hacia el final de los años '80, el Proyecto Agricultura Conservacionista, el Programa Suelos y, otras iniciativas del INTA, llamaron la atención por la explotación indiscriminada de los nutrientes del suelo. Estas iniciativas dieron lugar al proyecto "FERTILIZAR" financiado por las empresas relacionadas al mercado de fertilizantes. La gran cantidad de información técnica generada por INTA y otras instituciones precisaba llegar a la mayoría de los productores para potenciar su adopción. Durante su accionar, FERTILIZAR ha utilizado varios medios de comunicación para hacer que esta información llegue a todos los productores. Los esfuerzos de este proyecto fueron favorecidos por las condiciones económicas favorables, especialmente durante el período de altos precios de los cereales a mediados de los años 1990. Desde entonces el uso de fertilizantes en la industria agrícola ha ido en aumento y se considera que seguirá haciéndolo durante algunos años más.

MÉTODO DE PRODUCCIÓN

Resumidamente, el método elegido consiste en la reacción directa entre Ácido Sulfúrico y Amoniacado según:



La reacción se lleva a cabo en serie en un RTAC y un RTFP, existiendo alimentaciones frescas y de reciclo. Los gases producidos son absorbidos en una torre reactiva, siendo el producto de fondo el reciclo.

Luego hay etapas de granulación, secado, triturado, tamizado, enfriado y revestimiento.

La patente que describe este proceso es la EP1067093A1.

MATERIAS PRIMAS

1. Ácido Sulfúrico

- **Aspecto:** Líquido aceitoso incoloro o café. Concentrado es sofocante e higroscópico.
- **Solubilidad:** Totalmente miscible en agua
- **Densidad:** 1.84 g/ml (98%)
- **pH:** 0.3 (1 N de solución acuosa)

- **Punto de ebullición:** 274 °C (525.2°F)
- **Punto de fusión:** 3 °C (37.4°F)
- **Densidad de vapor (Aire = 1):** 3.4
- **Presión de Vapor:** 0.3 mmHg @20°C

Es el compuesto de la química más producido a nivel mundial, pues tiene infinidad de usos, al igual que tanta participación en diferentes síntesis y producción de tantos productos u otros compuestos químicos, de hecho es un indicador utilizado para saber la capacidad a nivel industrial que presenta cada país.

Existen dos procesos principales para la producción de ácido sulfúrico, el método de cámaras de plomo y el proceso de contacto. El proceso de cámaras de plomo es el más antiguo de los dos procesos y es utilizado actualmente para producir gran parte del ácido consumido en la fabricación de fertilizantes. Este método produce un ácido relativamente diluido (62 %-78 % H₂SO₄). El proceso de contacto produce un ácido más puro y concentrado, pero requiere de materias primas más puras y el uso de catalizadores costosos. En ambos procesos el dióxido de azufre (SO₂) es oxidado y disuelto en agua. El óxido de azufre (IV) es obtenido mediante la incineración de azufre, tostando piritas (FeS₂), tostando otros sulfuros no ferrosos, o mediante la combustión de sulfuro de hidrógeno (H₂S) gaseoso.

Cuando se encuentra en presencia de agua, el ácido sulfúrico tiene un comportamiento de ácido fuerte, produciendo el hidrogeno sulfato (anión), en la primera disociación, y un anión

sulfato en la segunda disociación. Cabe destacar que este ácido en presencia contacto con el agua sufre violentas reacciones, con desprendimiento de calor.

Sin duda la rama de la industria que usa mayor cantidad de ácido sulfúrico, es la industria de los fertilizantes. Otros usos importantes son la participación del ácido en la refinación en la industria petrolera, en la fabricación de pigmentos, en la obtención de diferentes metales, en la industria de explosivos, detergentes, plásticos, etc. Otro uso importante, es como medio de reacción en la producción de otros compuestos químicos de tipo orgánico y en la industria petroquímica. Procesos menos comunes, también necesitan de la participación del ácido sulfúrico, como es el caso de la producción de algunos textiles, madera o papel.

Es un líquido altamente corrosivo, particularmente en concentraciones abajo de 77.67%; corroe los metales, con excepción del oro, iridio y rodio, dando lugar al desprendimiento de hidrógeno. Además de atacar a muchos metales, el ácido concentrado es fuerte agente oxidante y puede dar lugar a la ignición al entrar en contacto con materia orgánica y compuestos tales como nitratos, carburos, cloratos, etc. Presenta una gran afinidad por el agua, debido a lo cual, produce deshidratación de los compuestos orgánicos a veces tan fuerte que llega a carbonizarlos.

El ácido sulfúrico, cuando llega a estar en contacto con la piel o con los ojos, provoca fuertes quemaduras; cuando es ingerido causa daños; e incluso la muerte; la inhalación de sus vapores provoca graves daños a los pulmones. El contacto repetido con soluciones diluidas puede causar dermatitis.

El ácido sulfúrico presenta problemas de manipulación y almacenamiento únicos. En los intervalos de concentración más altos (96 % a 97 %), ácido sulfúrico se puede almacenar en hierro fundido o de acero al carbono. El ácido sulfúrico diluido, por otra parte, es muy agresiva hacia los tanques de hierro fundido o acero, pero puede ser almacenado y manejado muy bien en el equipo compuesto de Fibras de Refuerzo con Polímeros.

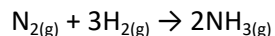
2. Amoniaco

- **Aspecto:** Gas incoloro
- **Olor:** Penetrante y desagradable
- **Solubilidad:** 33.1 g/100 g de agua @25°C (77°F)
- **Densidad:** 0.6818mg/ml @-33.4°C (-28.12°F)
- **pH:** 11.1 (0,1 M de solución acuosa)

- **Punto de ebullición:** -33.4 °C (-28.12°F)
- **Punto de fusión:** -77.7 °C (-107.6°F)
- **Densidad de vapor (Aire = 1):** 0.6
- **Presión de Vapor:** 760 mmHg @20°C

El amoníaco se produce naturalmente por descomposición de la materia orgánica y también se fabrica industrialmente. Se disuelve fácilmente en el agua y se evapora con rapidez. Se estima que la cantidad de amoníaco producido industrialmente cada año es casi igual a la producida por la naturaleza (generado naturalmente en el suelo por bacterias, por plantas y animales en descomposición y por desechos animales).

El NH₃ se obtiene exclusivamente por el método denominado proceso Haber-Bosch, consistente en la reacción directa entre el nitrógeno y el hidrógeno gaseosos:



Es una reacción muy lenta, puesto que tiene una elevada energía de activación, consecuencia de la estabilidad del N₂. Por lo tanto se utiliza un catalizador (óxido de hierro que se reduce a Fe⁰ en la atmósfera de H₂) y se aumenta la presión, ya que esto favorece la formación del producto. Aunque termodinámicamente la reacción es mejor a bajas temperaturas esta síntesis se realiza a altas temperaturas para favorecer la energía cinética de las moléculas y aumentar así la velocidad de reacción. Además se va retirando el amoníaco a medida que se va produciendo para favorecer todavía más la síntesis de productos.

La mayor parte (más del 80%) del amoníaco producido en plantas químicas es usado para fabricar abonos y para su aplicación directa como abono. El resto es usado en textiles, plásticos, explosivos, en la producción de pulpa y papel, alimentos y bebidas, productos de limpieza domésticos, refrigerantes y otros productos. También se usa en sales aromáticas.

GROSS PROFIT

Para la determinación de la rentabilidad del proyecto utilizamos la diferencia de costos entre producto y materias primas en función del volumen de producción anual de la empresa.

	NH ₃	H ₂ SO ₄	(NH ₄) ₂ SO ₄
Kmol Entrada	2	1	0
Kmol Salida	0	0	1
Kg Entrada	34	98	0
Kg Salida	0	0	132
U\$/Tn	350	75	365

$$\text{Gross Profit} \left(\frac{\text{USD}}{\text{Tn}} \right) = 365 \times 1 - 350 \times 0.257 - 75 \times 0.742 = 220 \frac{\text{USD}}{\text{Tn (NH}_4\text{)}_2\text{SO}_4}$$

$$\text{Gross Profit (\%)} = \frac{\text{Precio Producto} - \text{Precio Materias Primas}}{\text{Precio Producto}} \times 100\% = 60\%$$

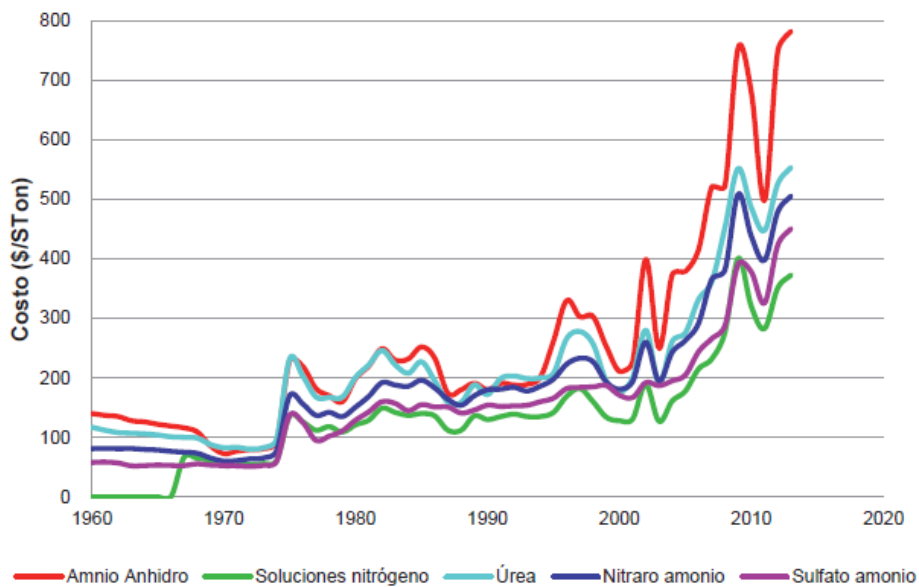
ESTUDIO DE MERCADO

INTRODUCCIÓN

El Sulfato de Amonio es un producto muy útil como fertilizante gracias a su capacidad de aporte tanto de Azufre como de Nitrógeno, logrando un aporte balanceado de ambos nutrientes.

El nitrógeno (N) y el Azufre (S) tienen una relación muy estrecha en el papel nutricional de la planta, ya que ambos nutrientes son constituyentes de las proteínas y están asociados con la formación de la clorofila.

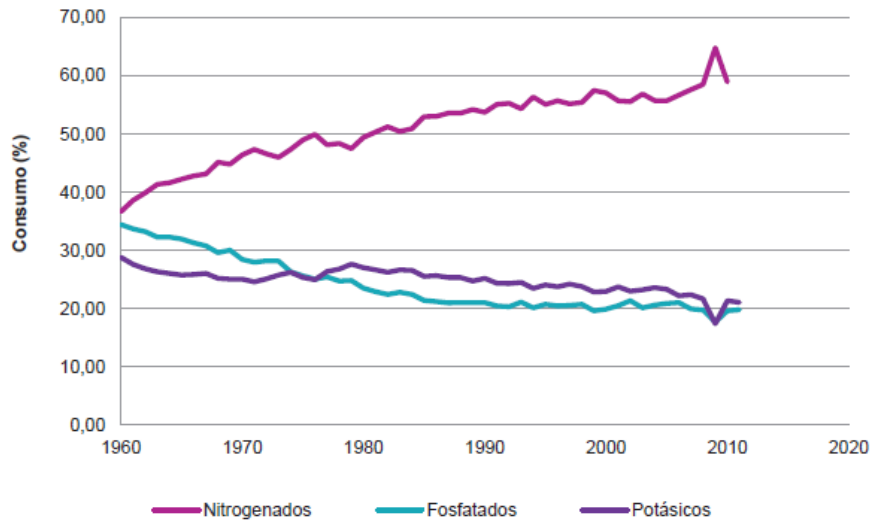
Una buena forma de poder comparar esto, es viéndolo en un gráfico de precio por tonelada, comparando las distintas fuentes de aporte de nitrógeno con el tiempo.



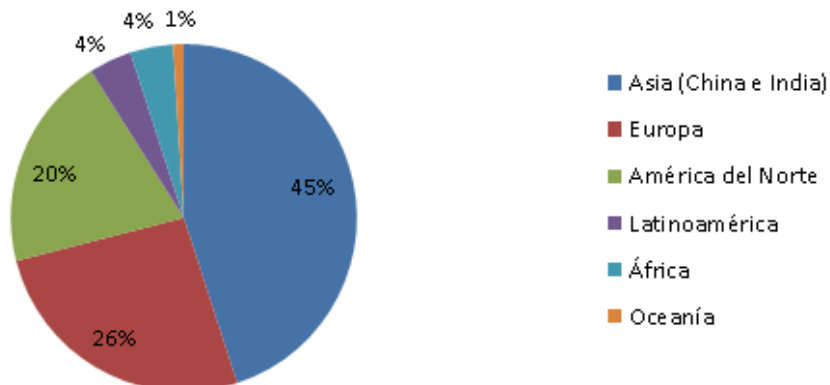
MERCADO MUNDIAL

El constante aumento en el uso de fertilizantes a nivel mundial, está además vinculado con el incremento de la población y por lo tanto la necesidad de su alimentación. Cuando el crecimiento de la población es cercano al 2%, una cantidad doble de cultivos agrícolas es necesaria cada 35 años, para mantener los niveles normales de nutrición y de los stocks mundiales de granos.

La producción mundial, actualmente, de fertilizantes ronda los 250 millones de toneladas donde el 60% corresponde a nitrogenados, el 23% a fertilizantes fosfatados y el 17% a fertilizantes potásicos. Su evolución a largo plazo se puede visualizar en el siguiente gráfico:



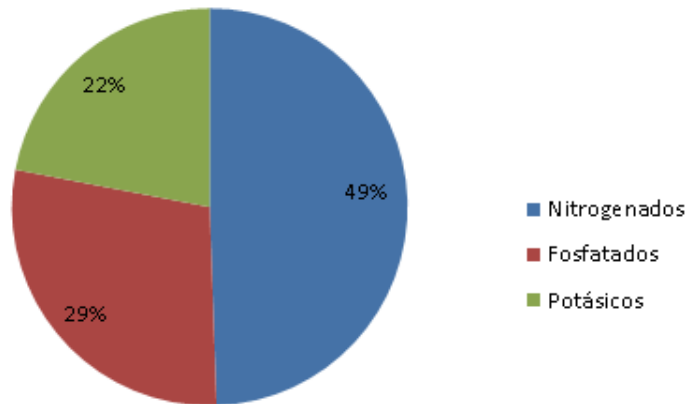
Producción Porcentual de Fertilizantes en el Mundo



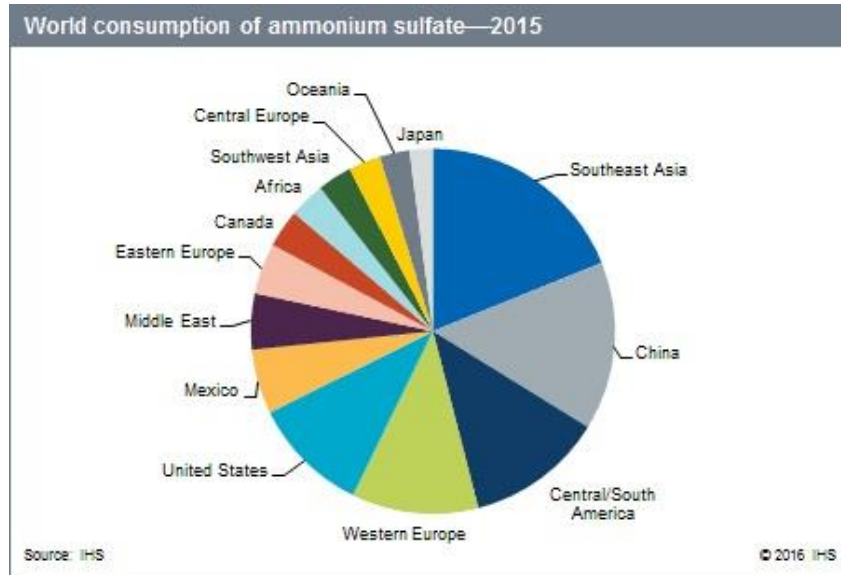
De acuerdo con dicho informe, a medio plazo, las perspectivas de demanda son positivas, con un consumo global de fertilizantes en expansión, a un promedio anual de un 2,4 por cien entre los años 2010 y 2015, hasta alcanzar un consumo de 190 millones de toneladas de nutrientes en 2015. En este periodo se presentaron incrementos de los tres nutrientes principales, con un promedio anual del 2 % para el nitrógeno, 2,5% para el fósforo y 4 % para el potasio. En respuesta al aumento de la población se espera un incremento en las áreas cultivadas y un mayor empleo de fertilizantes y enmiendas del suelo para mejorar su productividad y reparar el deterioro natural provocado por dicha actividad.

En Latinoamérica, la producción de fertilizantes, se distribuye de la siguiente manera: nitrogenados 52%, fertilizantes fosfatados 32% y fertilizantes potásicos 15% que difiere en porcentaje si se compara a nivel mundial, pero siempre los nitrogenados lideran la producción.

Uso de fertilizantes en América Latina



En cuanto al Sulfato de Amonio, el consumo global aparente creció a una tasa de 2,8% anual durante 2000-15, y está previsto un crecimiento del 2,4% anual durante 2015-20. Durante el primer periodo, el mayor crecimiento se dio en China, Sudeste Asiático y Sudamérica. En 2013, estas tres regiones concentraban el 46% del consumo global.

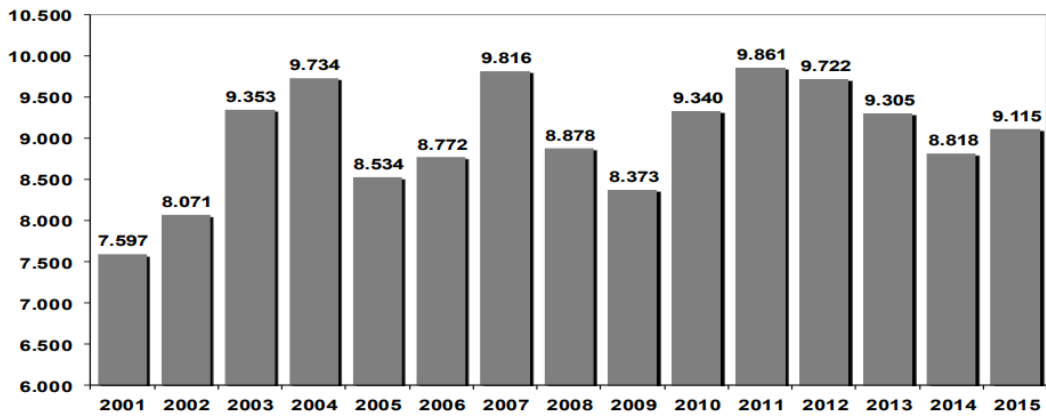


En general, la mayor producción de sulfato de amonio está concentrada en regiones altamente industrializadas, destacando Europa occidental y Estados Unidos, seguidos de cerca por China.

Caso Brasil

En el país vecino de Brasil, tanto el consumo como la importación de este fertilizante son muy significativos:

PRODUÇÃO NACIONAL DE FERTILIZANTES (mil toneladas)

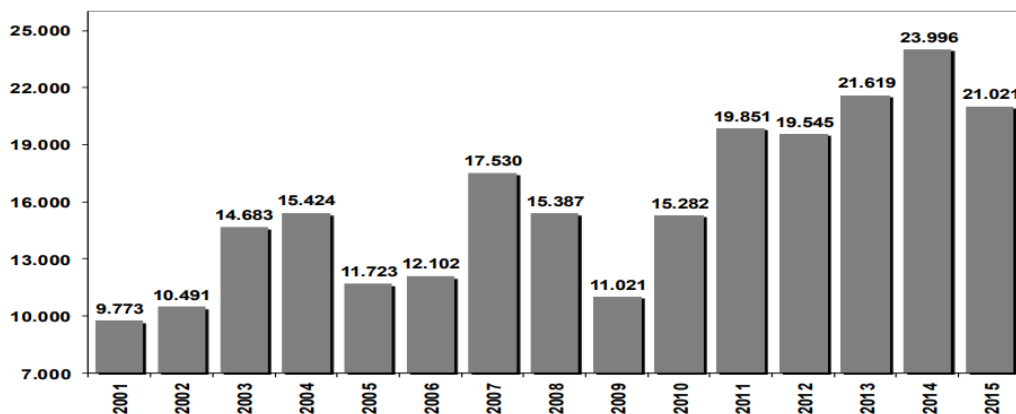


Fonte: ANDA, Bradesco



Se puede ver que la producción nacional de Fertilizantes se mantiene relativamente constante y con respecto a la producción nacional, se producen unas diez veces más aproximadamente.

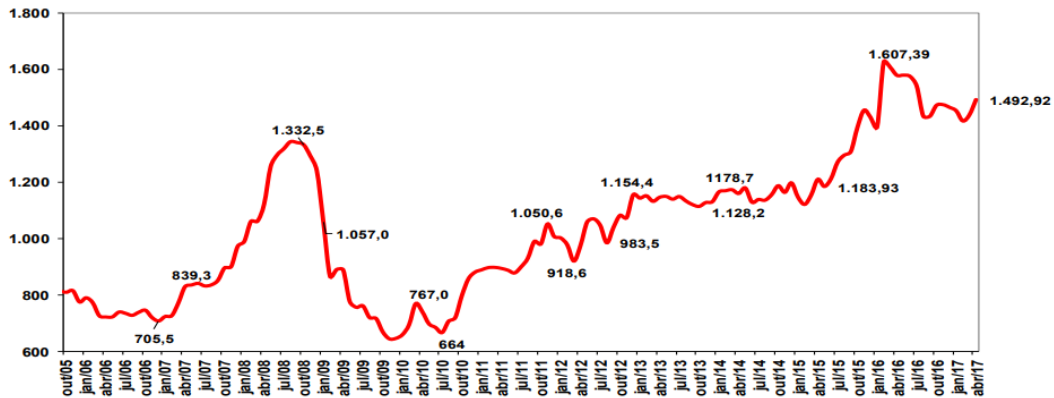
IMPORTAÇÃO DE FERTILIZANTES (mil toneladas)



Fonte: ANDA, Bradesco



PREÇOS DE SULFATO DE AMÔNIA - SÃO PAULO (R\$ por tonelada)

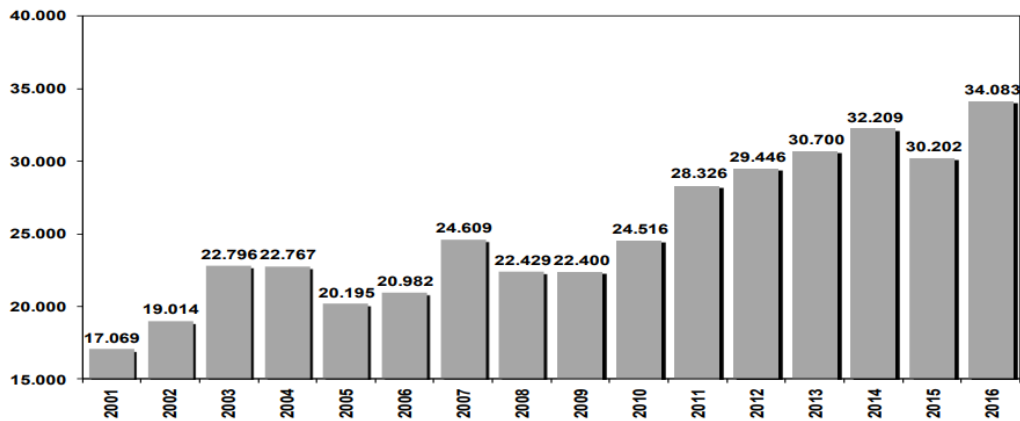


Fonte: IEA, Bradesco



Se ve un marcado aumento en las importaciones de fertilizantes en Brasil debido al creciente costo del mismo. Esto genera para Argentina, según el precio del producto, una gran ventaja competitiva.

VENDAS INTERNAS DE FERTILIZANTES (mil toneladas)

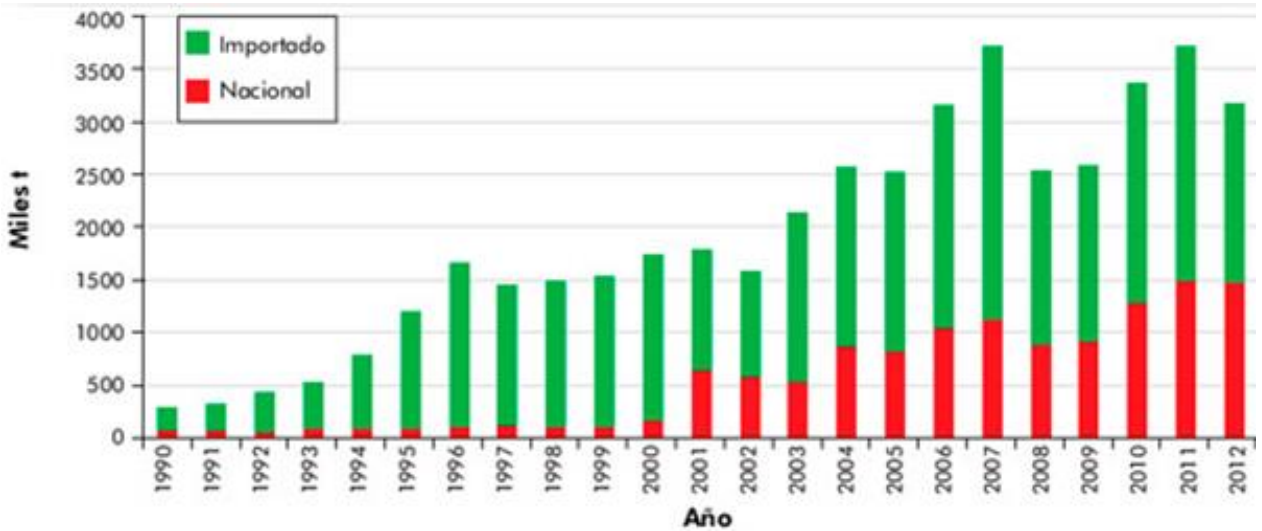


Fonte: ANDA, Bradesco

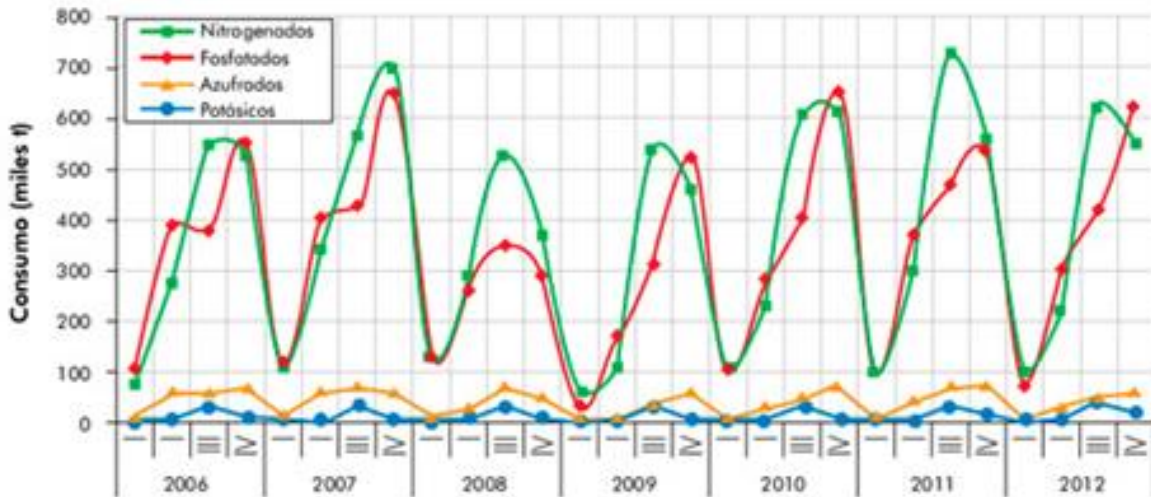


MERCADO NACIONAL

La Argentina tuvo una evolución prácticamente similar a las tendencias mundiales. Durante los últimos 20 años, el consumo de fertilizantes en la Argentina se incrementó más de 10 veces, de 300 mil toneladas en 1990 hasta 3.7 millones en el año 2011, que fue el máximo registro de consumo.



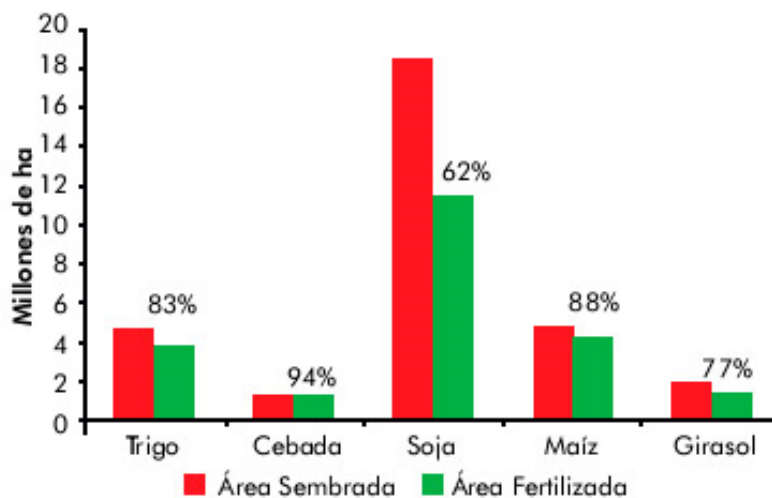
A pesar de las diferencias interanuales en el consumo de fertilizantes, el análisis de los consumos trimestrales verifica que la estacionalidad de las ventas de fertilizantes es constante, siendo el tercer y cuarto trimestre los que llevan el mayor consumo de nitrogenados y fosfatados. En el caso de los fertilizantes potásicos la demanda se concentra marcadamente en el tercer trimestre.



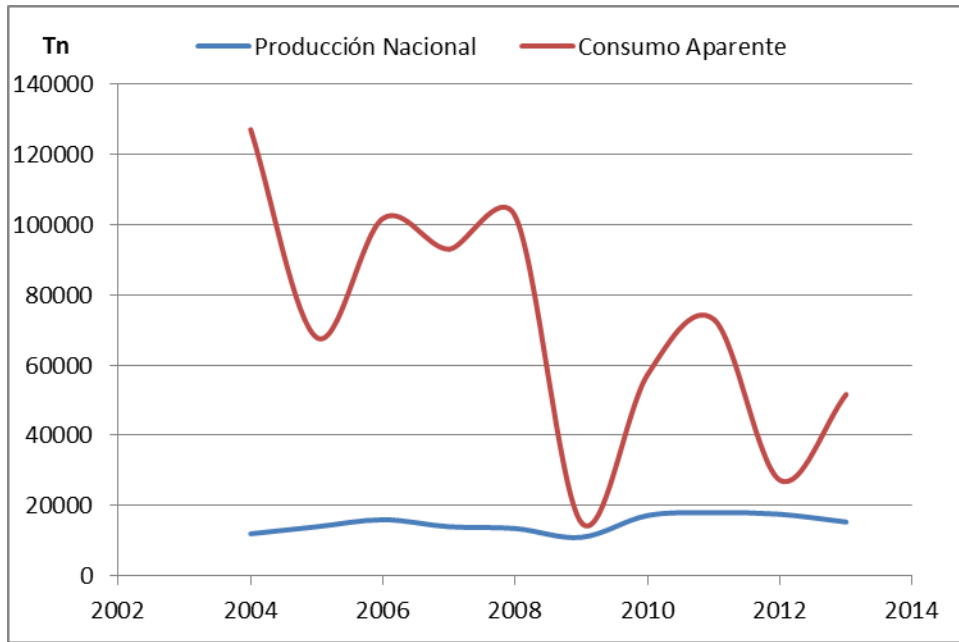
La asociación civil Fertilizar realiza anualmente un estudio sobre el consumo de fertilizantes en la Argentina para determinar el uso por cultivo agrupando los fertilizantes por su nutriente principal.

Grupos Químicos	Trigo	Maiz	Soja	Girasol	Cebada	Sorgo	Pasturas	Otros	Total	Participación Grupo Químico
Nitrogenados	479 080	594 081	0	46 719	130 817	89 848	98 582	301 014	1 740 141	47%
Fosforados	253 177	300 606	800 558	42 679	57 703	54 557	65 592	71 580	1 646 451	44%
Potásicos	0	0	0	0	0	0	0	66 429	66 429	1 8%
Azufrados	28 049	34 664	115 995	1802	4640	3237	2047	7291	197 725	5.3%
Otros ¹	9841	1861	30 827	0	6480	6750	0	14 715	70.474	1.9%
Total	770 147	931 212	947 380	91 200	199 640	154 392	166 221	461 029	3 721 221	
Participación Cultivo	21%	25%	25%	2%	5%	4%	4%	12%		
Apertura del Grupo Otros Cultivos ▼										
Otros Cultivos	Frutales	Citricos	Vid + Uva	Papa	Caña	Tabaco	Arroz	Otros ²		
Nitrogenados	17 280	31 295	44 977	20 522	67 662	18 820	29 673	70 784		
Fosforados	3710	2432	10 601	15 550	7287	8669	14 347	8984		
Potásicos	3710	1600	2784	3262	0	22 095	8375	24 604		
Azufrados	1100	0	608	0	0	0	768	4815		
Otros ¹	1000	0	0	523	0	1606	1565	10 021		
Total	26 800	35 327	58 970	39 857	74.949	51 190	54 728	119 208		
Participación Cultivo	1%	1%	2%	1%	2%	1%	1%	3%		
¹ Otros Fertilizantes: Incluye Productos que por su composición química no tipifican para ninguno de los Grupos Químicos anteriores. ² Incluye cultivos hortícolas, algodón, yerba mate, olivos, forestales y ornamentales.										

Durante los últimos años se ha observado un crecimiento sostenido del uso de fertilizantes en cultivos, lo cual favorece el desarrollo de la industria nacional.

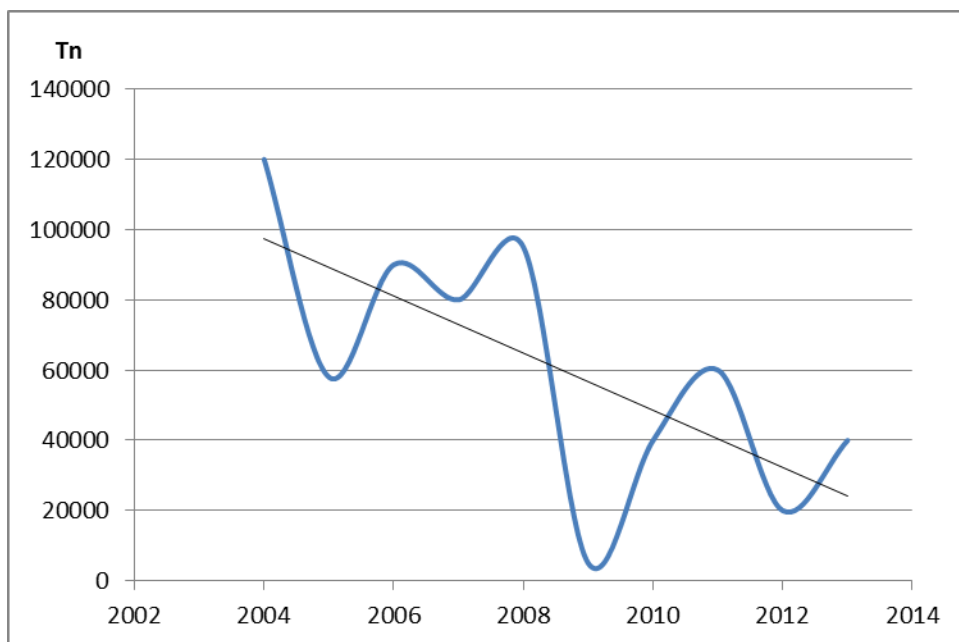


En cuanto al Sulfato de Amonio en particular, se puede observar una oscilación en el consumo interanual. Sin embargo, esta resulta siempre superior a la producción nacional, la cual se mantiene relativamente estable.

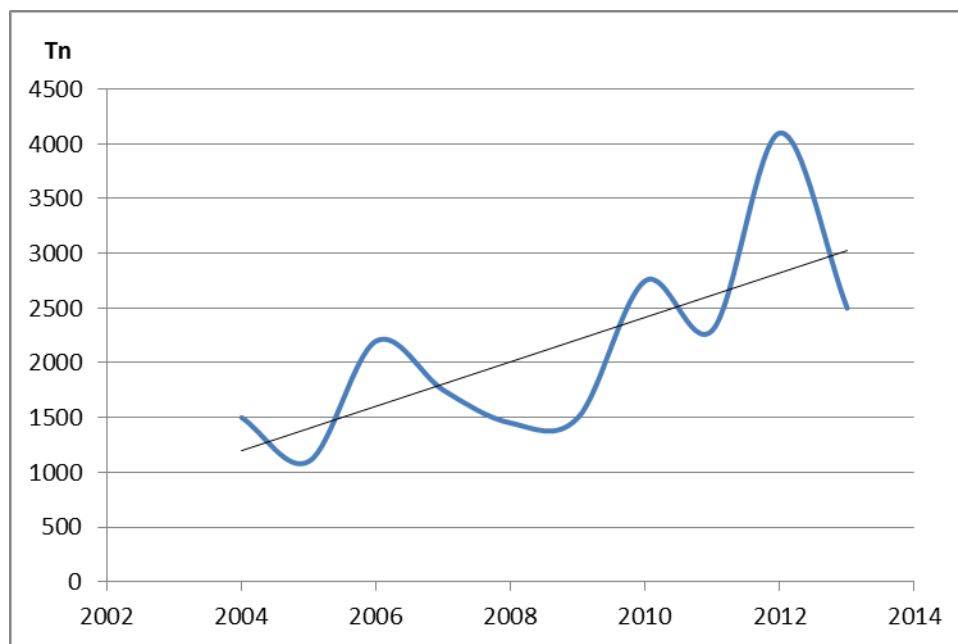


El porcentaje de importaciones es alto y los mercados nacionales no llegan a cubrir el consumo nacional, por lo cual la incorporación de nuevos productores para cubrir dicha demanda representa una gran oportunidad de crecimiento.

EVOLUCIÓN DE IMPORTACIONES EN LOS ÚLTIMOS 15 AÑOS(S.A.)



EVOLUCIÓN DE EXPORTACIONES EN LOS ÚLTIMOS 15 AÑOS (S.A.)



Las inversiones en este tipo de proyectos se recuperan sensiblemente y aumenta el uso de tecnologías. Las inversiones en tecnología tuvieron como principal meta potenciar el cultivo de trigo, el cual depende principalmente de nitrógeno, azufre y fósforo; siendo los dos primeros aportados en cantidades apreciables por el Sulfato de Amonio.

Empresas Productoras

El aumento en el consumo de azufre (S) promovió el desarrollo de nuevos proyectos. En 2004 se incorporó la producción de Tiosulfato de amonio de Bunge (en ese momento Petrobras) en localidad de Campana, Provincia de Buenos Aires. En el mismo año comenzó la producción de Sulfato de Amonio (líquido) en Rio tercero – Córdoba.

En 2006 se inaugura la producción de superfosfato simple de Mosaic en Puerto Gral. San Martín, provincia de Santa Fe, y en 2008 la de Bunge en Ramallo, provincia de Buenos Aires.

DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

Las materias primas requeridas son ácido sulfúrico y amoníaco, de fácil acceso.

El proveedor de Amoniaco será Bunge, en Zárate; mientras que el ácido sulfúrico se obtendrá de la ciudad de San Lorenzo, Santa Fe.

ANÁLISIS CAPACIDAD

Si realizamos un análisis de los últimos años de producción de Sulfato de Amonio, podemos observar que la producción nacional fue en aumento pero que aun así la cantidad a importar conserva un alto valor, por lo tanto no se logra cubrir la demanda de dicho fertilizante en el país.

SULFATO DE AMONIO						
NCM310221.00						
AÑO	PRODUCCION (t)	IMPORTACION (t)	EXPORTACION (t)	CONSUMO APARENTE (t)	VALOR COMERCIO EXTERIOR (US\$/t)	
					IMPORTACION (CIF)	EXPORTACION (FOB)
2004	12.000	116.513	1.449	127.064	183	179
2005	14.000	55.008	1.175	67.833	202	191
2006	16.000	87.891	2.138	101.753	187	194
2007	14.000	80.755	1.771	92.984	243	192
2008	13.500	90.254	1.421	102.333	465	274
2009	11.000	5.608	1.477	15.131	307	365
2010	17.192	42.837	2.726	57.303	251	319
2011	18.000	57.314	2.293	73.021	336	356
2012	17.550	13.862	4.160	27.252	358	303
2013	15.343	38.880	2.559	51.664	316	364

A su vez, en el país vecino de Brasil, tanto el consumo como la importación de este producto son muy superiores a los locales.

Importaciones (2012)		
	Tn/año	U\$D/año
Argentina	40.000	15.730.000
Brasil	923.000	363.050.000

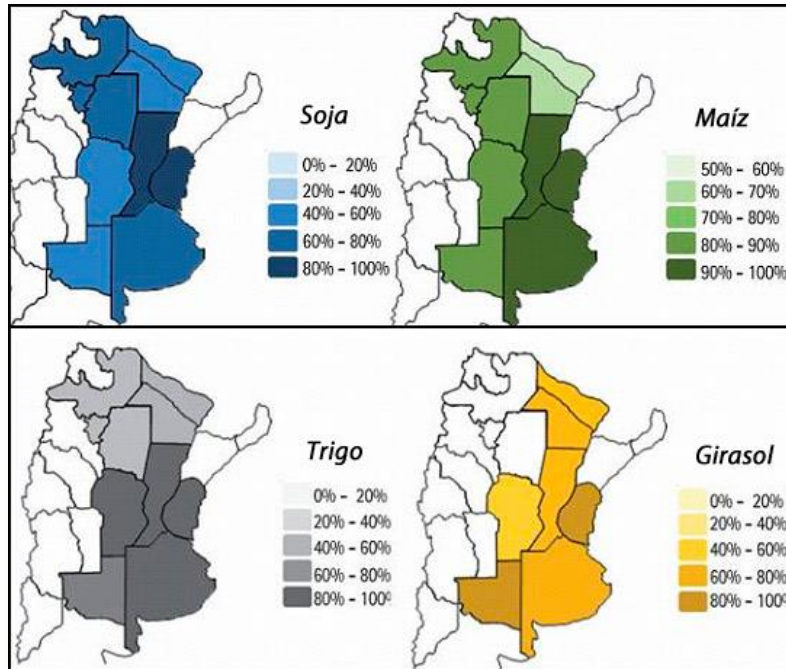
Teniendo en cuenta esto, se optó por una planta de **70.000 tn/año**, buscando:

- Cubrir las necesidades locales.
- Tener un excedente a exportar.

LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES Y PRINCIPALES FACTORES

Para la localización de la planta, se procedió al estudio de los cultivos que requieren Sulfato de Amonio y las provincias en las que predominan.

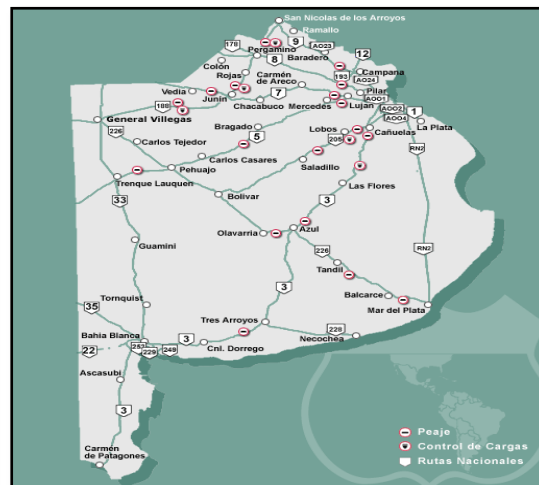


Luego para selección de la ubicación más óptima de la planta productora se asignó un puntaje (0-3), entendiéndose por “3” la situación más favorable y por “0” la menos favorable, a los puntos de interés propuestos en la siguiente tabla.

Se realizó una ponderación, obteniendo los mejores resultados para la **Provincia de Buenos Aires**.

	Bs.As.	Córdoba	Santa Fe	La Pampa
Cercanía a materias primas				
H2SO4	2	2	3	0
NH3	3	2	0	0
Capacidad instalada				
H2SO4	2	1	3	0
NH3	3	1	0	0
Factores sociales	3	3	2	1
Producción				
Soja	3	3	3	2
Maíz	3	3	2	2
Trigo	3	2	2	1
Girasol	3	2	1	2
Infraestructura	3	2	3	1
pH	2	2	1	3
Clima (Preferencia seco)	2	2	1	3
Impuestos	1	2	2	3
PONDERACION:	33	27	23	18
PORCENTAJE (%)	32,6	26,7	22,7	17,8

Las rutas disponibles para el transporte tanto de materias primas como del producto final también formaron parte del proceso de selección.

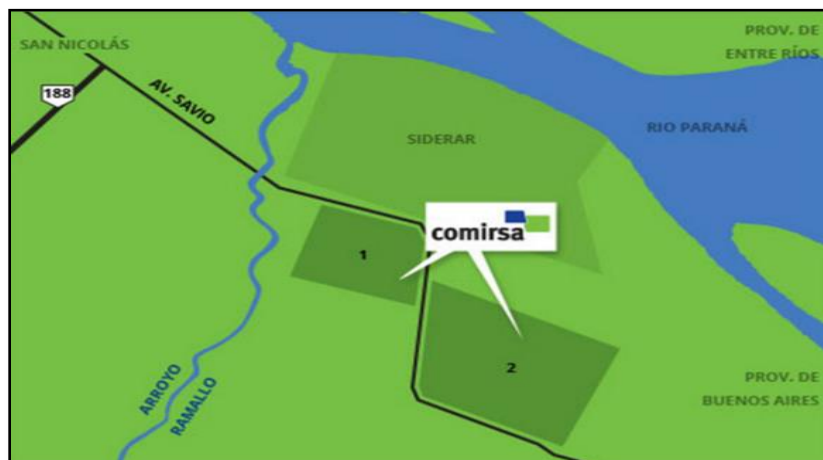


ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL EMPLAZAMIENTO DEL TERRENO

Debido a la cercanía a plantas productoras de las materias primas, el alto consumo de nuestro producto, el desarrollo de infraestructura adecuada (rutas, puertos, sistema eléctrico, etc.) y la buena calidad de vida de la población decidimos instalar la planta en la provincia de Buenos Aires.

Buscando un **punto intermedio** entre la planta de mayor capacidad de ácido sulfúrico y de amoníaco, y una buena ubicación de salida comercial hacia las principales provincias consumidoras, establecimos la planta en la localidad de San Nicolás de los Arroyos.

El parque industrial por el que se optó es “COMIRSA”, ubicado al Norte de la Provincia de Buenos Aires (Argentina), en el Partido de Ramallo, muy cerca de los mercados más importantes del MERCOSUR.



El parque comparte la región con puertos, centrales eléctricas, ferrocarril, aduana, aeroparque, etc. Se emplaza a sólo 3 Km. de distancia del importante puerto San Nicolás considerado el más eficiente y productivo del río Paraná por su utilaje, por su calado (32 pies), y por no utilizar remolcadores para el atraque de buques de ultramar, con líneas férreas al pie de la grúa que posibiliten carga y descarga directa, con fácil y rápida conexión con distintos centros de producción y consumo a través de ferrocarriles y de las rutas nacionales N°9 y 188, que conectan con los mercados más importantes de Argentina (Buenos Aires, Rosario, Córdoba, Mendoza).



Vista aérea de la zona.

Servicios disponibles

- **Energía eléctrica:** Líneas de alta, mediana y baja tensión.
- **Red de agua potable:** Red de distribución en todos los lotes.
- **Desagües Pluviales y red cloacal:** Completos en todo el Parque.
- **Gas natural:** Cañería troncal de 12, a una presión de 25/5 Kg/cm².
- **Pavimento:** Accesos de alta resistencia al complejo y las fracciones del Parque.
- **Teléfono:** Central de la empresa telefónica Telecom, con disponibilidad de líneas y servicios conexos.
- **Suelo:** Muy buena calidad y firme para fundar.
- **Forestación:** Cortinas forestales perimetrales.
- **Agua Subterránea:** Abundante y excelente calidad.
- **Aduana:** Servicios completos, incluyendo depósitos fiscales.

SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

MÉTODOS ALTERNATIVOS

El *Sulfato de Amonio* puede ser obtenido mediante diferentes procesos. Básicamente, existen dos tipos principales de elaboración de este compuesto:

- a. Como subproducto de otros procesos, entre esta clasificación tenemos al **proceso de Caprolactam** ($C_6H_{11}NO$, es una molécula clave en la síntesis del nylon), mediante la recuperación de amoníaco en el **proceso de coque y carbón**, y así como también, del **Acrilonitrilo**.
- b. Método de elaboración directa; a partir de amoníaco y ácido sulfúrico para el cual existen diferentes tecnologías para su manufactura.

Actualmente, en Argentina, el Caprolactam es importado en su totalidad. Existe una planta que produce *Sulfato de Amonio* mediante el proceso de coque y carbón, es decir, un subproducto y existe sólo una que lo manufactura mediante la forma sintética, aunque, lo comercializa en estado líquido, significando esto, en solución.

Desde comienzos del siglo XXI, resultó redituable, dependiendo cada caso, la obtención de *Sulfato de Amonio* mediante la reacción directa. Específicamente, se generan ventajas en el uso de este método ya que, para aquellos casos, las materias primas son abundantes en el lugar de origen, resultando esto más económico. Por el otro lado, en Argentina no se produce Caprolactam, y se importan pequeñas cantidades. En adición a esto, se está incrementando la elaboración de *Sulfato de Amonio* en forma sintética a nivel global; las tecnologías fueron mejorando, mayormente en términos de cristalización, ya que es una ciencia meramente experimental y en maximizar el rendimiento. Esto da lugar a que se haya optado por la obtención de *Sulfato de Amonio* mediante el proceso directo.

Remitiéndose a la obtención a partir de amoníaco y ácido, existen varios métodos también. En forma general existen tres (3) tipos. El uso de **reactores en serie**, tanto tanques agitados como tubulares; **cristalizadores OSLO**® (Independientes y en paralelo); y **cristalizadores al vacío del tipo DTB** (Draft Tube Baffle). Todos tienen en común, generar cristales de sulfato que luego son discriminados por unos granulados, secados y discriminados por una serie de tamices para su comercialización según lo implemente la ley.

Para comparar estos diferentes procesos se eligieron patentes que se adecuen a los mismos. Para el cristalizador DTB (US8658123); cristalizadores OSLO® (US2656248) y para el método del Tanque agitado y tubular (EP1067093A1).

A modo de elección del proceso final, se realizó una descripción de cada una detallando los aspectos más relevantes así como ventajas a desventajas y la para su implementación, un cuadro comparativo con ponderaciones. Vale mencionar que todos los procesos son continuos.

1. Cristalizador al Vacío (DTB)

En rasgos generales, esta patente data del año 2013 y es un método para la obtención de S.A. granular de aproximadamente, 2-3mm de diámetro promedio de cristal. El 80% de los cristalizadores utilizados son DTB. Sus siglas hacen alusión a que posee una disposición particular de deflectores para permitir una mejor clasificación del tamaño de cristales, esto es, en parte, reutilizar los cristales finos para volver a formar cristales de tamaño deseado.

El fenómeno producido dentro de estos equipos es la cristalización por evaporación. En esencia consiste de un evaporador de circulación forzada con calentamiento externo, con 2 cuerpos que cumplen funciones muy distintivas. El superior es la cámara de evaporación propiamente dicha; el inferior, un clasificador de cristales. En éste, el flujo ascendente permite controlar el tamaño de las partículas: los cristales de mayor tamaño logran avanzar hasta el fondo y son eliminados con el magma de producto. Los cristales finos y las aguas madres salen por la parte superior del clasificador y se recirculan. Como muestra la figura "1".

Notar que el calentador externo puede usarse como enfriador, en cuyo caso la cristalización ocurre por enfriamiento y este equipo bien aplicaría para la sección anterior.

Los vapores que salen por el tope son condensados, pudiendo volver a la solución o re comprimiendo el vapor para ser utilizado en calefacción.

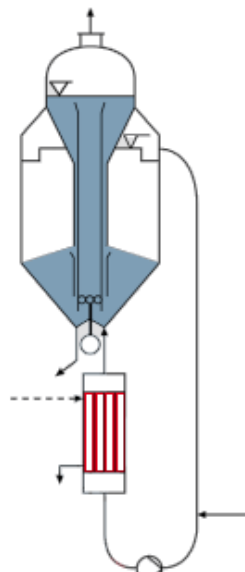


Figura "1"

La patente que está relacionada con este cristalizador es la citada anteriormente, (US8658123).

El esquema característico es el siguiente:

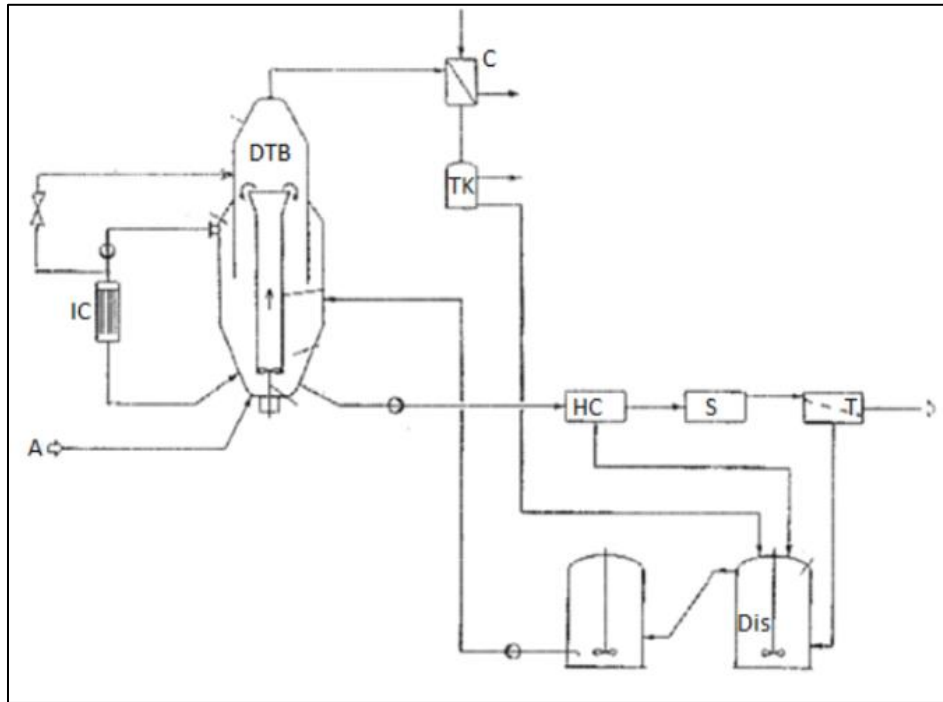


Figura "2"

Como ya se mencionó el funcionamiento de un cristizador DTB, a continuación se expone una descripción del proceso. La alimentación se da por el fondo (Corriente "A"), esta patente no muestra la previa neutralización del ácido sulfúrico y amoníaco, pero se da un tanque agitado. Los cristales finos, son elevados por la pequeña hélice en el fondo, ascendiendo e incrementando su tamaño. Los más chicos se re disuelven en el intercambiador (IC) y vuelven a la parte inferior. En la cabeza superior del equipo, el vapor formado se condensa en el condensador de vapor (C) y se almacena en un tanque (TK) parte de este líquido se usa para volver a disolver cristales en los tanques de disolución (Dis). Finalmente los cristales de tamaño adecuado que salen de DTB pasan por un hidrociclón (HC) los adecuados, al secador (S) que luego de pasar por tamices (T) son seleccionados los óptimos.

Generalmente los cristalizadores DTB, son equipos robustos, muy grandes, de tamaños aproximadamente diámetros de 6m y alturas de 10m. Son equipos muy costos, y muy específicos es decir que es muy complicado ajustar o reajustar la producción a otros estándares, tendiendo así que lidiar con tamaño de cristal producido a expensas de ajustar algún parámetro. Operan, mayoritariamente, a bajas presiones y moderadas temperaturas, requieren más servicios auxiliares que otras tecnologías para poder asistir al DTB. Fluctúa demasiado el tamaño de grano obtenido, ya que la cristalización es muy lábil. La patente no menciona que hacer con trazas de amoníaco que salen a la atmósfera pero podría solucionarse con un absorbedor. No obstante, con un solo equipo, DTB, prácticamente, se pueden obtener grandes toneladas al día.

2. Cristalizadores en Paralelo OSLO®

Esta patente, (US2656248) es del año 1953, los cristalizadores OSLO®, fueron reemplazados en su mayoría por los DTB, ya que su principio de funcionamiento es similar, pero estos no poseen una recirculación forzada ni baffles que permitan la clasificación y mejor separación de cristales finos y gruesos. Es decir, no tienen esta mejora. Son los pioneros de los cristalizadores. El proceso básicamente se basa en la cristalización por efectos paralelos, donde no se da la reutilización del vapor para calentar a los otros efectos. Esto podría traer una disminución en la cantidad de vapor calefactor, aumentando la economía del evaporador/cristalizador, y aumentar el costo de los mismos. En la patente se puede ver que se prioriza el costo que esto trae aparejado. Es decir, cada evaporador/cristalizador funciona independientemente, esto es así ya que no solo es por el lado monetario, sino que se da una regulación más eficiente en términos de pH, entonces si dependiese uno del otro, esto no se podría dar y es vital para el crecimiento óptimo de los cristales, se vuelve a priorizar la calidad del producto final. En la figura "3" se puede ver un esquema del proceso.

A modo resumen, existen tres alimentaciones agua, ácido y amoníaco. El agua alimentada se utiliza para condensar los vapores generados en los evaporadores y para darle fluidez a la solución resultante del equipo de cristalización. El amoníaco y el ácido se descargan a un conducto donde es aspirado por una bomba que permita el transporte de sólidos, ya que también aspira parte de la solución cristalizada, esto para que la reacción ya posea un núcleo o comúnmente llamado clúster de S.A., esto significa un lugar de deposición, y así facilitar el proceso de cristalización. La reacción ocurre en el evaporador donde el calor de reacción lo absorbe el agua, evaporándose. La solución o magma resultante cristaliza en los tanques aguas abajo donde tienen un constante ciclo del licor que se obtiene en la centrífuga de separación final. Y lo más importante es que según el autor todo el proceso se puede controlar, al ser independiente cada tanque, por medio de un controlador de pH ubicado en el licor resultante de la centrifugación. Lo cual no es nada conservador.

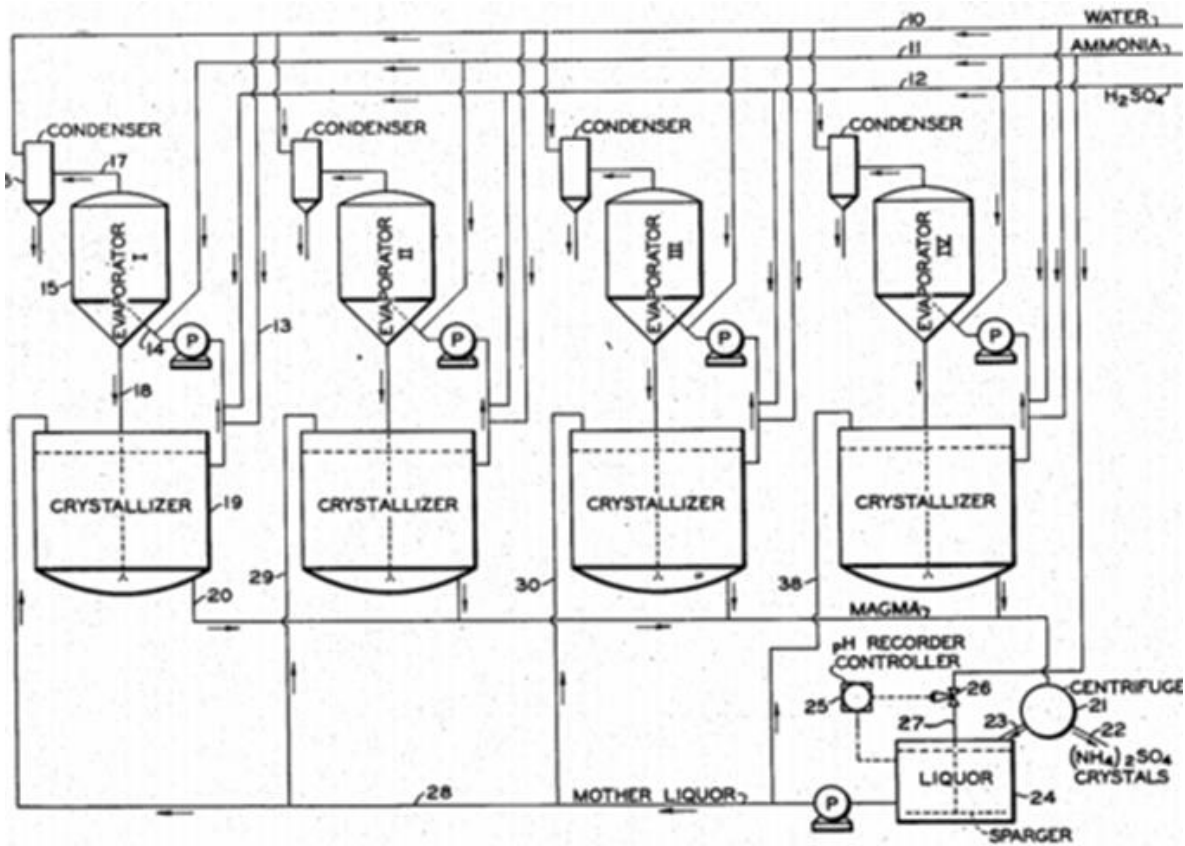


Figura "3"

Interiorizando en este tipo de cristalizadores, OSLO[®], son equipo aún más robustos y grandes que los DTB, pueden tener de 14m de diámetro hasta 25/30 metros de altura. Lo que los hace muy costosos. Además, han quedado obsoletos por la reducción de tamaño y mejoras que poseen su sucesor el de bafles y tubo de aspiración. El adecuado control de pH del proceso lo hace un método de obtención eficiente en términos de tamaño de grano. Ya que es una de las variables más importantes en el proceso de cristalización. Los pH habituales andan cerca de 5upH y esto conlleva una menor corrosión interna de equipos. Usualmente se emplean los OSLO[®] para obtener granos finos de tamaño cercano a 1mm de diámetro promedio. Se usan para plantas de grandes capacidades. Como todo cristalizador son equipos específicos. Es decir poco flexibles. La circulación, tanto interna como externa de fluidos son elevadas, el doble aproximadamente que en los DTB, donde esto puede ocasionar grandes vibraciones. Operan a bajas presiones.

3. Reactores en Serie

Esta patente (EP1067093A1) es del año 2000. Su implementación fue en Grecia en una planta productora de fertilizantes. Y su principio de funcionamiento es la utilización eficiente de un RTAC para producir una pre-neutralización seguido de un RTFP a presión para producir la evaporación del agua resultante de la disolución y una cristalización instantánea. Es uno de los métodos más utilizados actualmente debido a su gran versatilidad. En estos tiempos se está hablando mucho de fertilizantes compuestos, los llamados "NPK" por su contenido asimilable de nitrógeno, fósforo y potasio. Para producir estos fertilizantes se usa, en una gran variedad de aplicaciones, este método. No siendo así en cristalizadores OSLO[®] o DTB, ya que son muy específicos.

El uso en serie de dos reactores, aumenta la eficiencia global del proceso general. Aprovechando la capacidad de formar sulfato de amonio en una corrida. El uso de reciclos, también, facilita la formación del S.A. y aprovechamiento de materias primas. La absorción de amoníaco para cumplir con estándares medio ambientales, y la recirculación de granos que no son del tamaño deseado.

Al ser un proceso que demanda grandes cantidades de agua, la misma, sin lugar a dudas es reconsiderada para que vuelva al proceso, así se evitan grandes cantidades de agua adicional.

Es un proceso que cumple con estándares de calidad, ya que el tamaño de grano no fluctúa cuando se alcanza el estado estacionario. Y se le agrega un material de revestimiento, al final, para evitar el apelmazamiento y la fluidez del mismo.

Los equipos son relativamente sencillos, a excepción de la torre de absorción reactiva, y el equipo de granulación.

Quizás, el mayor problema esté en la corrosión que se pueda generar en el RTAC y RTFP ya que al alimentar ácido en las proporciones deseadas, el pH alcanza valores de 3 o 4 upH, siendo este el principal precursor de corrosión interna. Esto se puede solucionar utilizando acero de tipo "Hastelloy" o algún revestimiento interno.

Las presiones son, en casi todos los equipos, atmosféricas. La temperatura no alcanza grandes valores, salvo en el RTAC (110°C) y en el RTFP (152°C). Esto lo hace un proceso medianamente seguro descontando lo cualitativo desde el punto de las materias primas utilizadas.

No hay formación de subproductos como el sulfato ácido de amonio, ya que el pH es muy bajo y desplaza el equilibrio.

El proceso se puede visualizar en la figura "4"

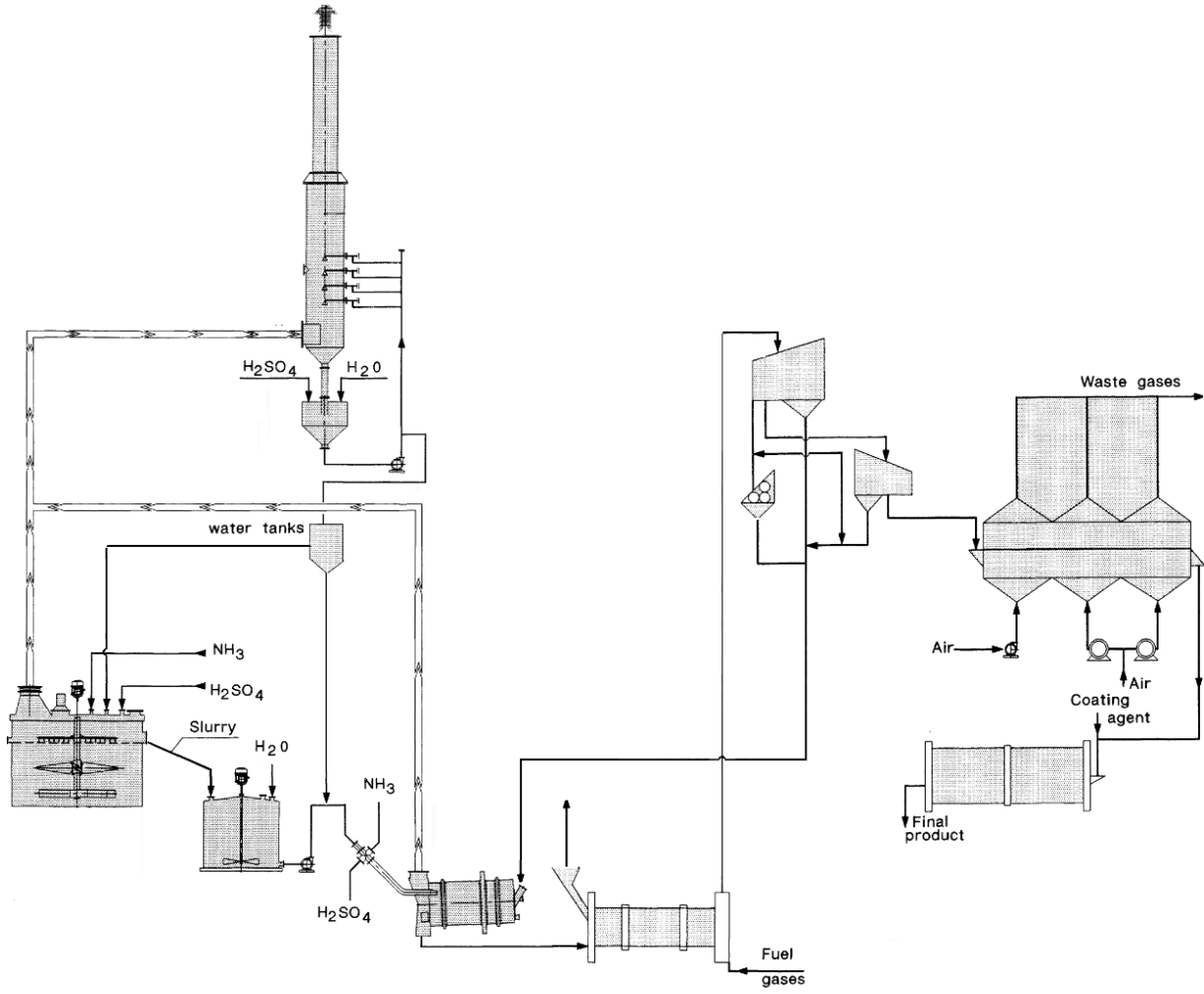


Figura "4"

TABLA DE ELECCIÓN PONDERADA

A continuación se detalla en una tabla con puntaje y ponderada en importancia bajo los siguientes criterios:

Flexibilidad; Operación de equipos; Presiones; Temperaturas; Cantidad de equipos; Corrosión; Consumo de Materias Primas; Efluentes y Residuos; Recuperación de Energía; Inversión Inicial; Personal requerido ; Riegos para la salud, ambiente; Seguridad; Servicios Auxiliares; Mantenimiento; Complejidad del proceso; Espacio necesario; Tendencia al uso; Nivel tecnológico.

	Cristalizador DTB		Cristalizadores OSLO®		RTAC y RTFP	
	Puntaje	V.I.R.	Puntaje	V.I.R.	Puntaje	V.I.R.
Flexibilidad	4	0,5	3	0,5	8	0,5
Operación de equipos	7	0,6	6	0,6	7	0,6
Presiones	4	0,6	4	0,6	7	0,6
Temperaturas	6	0,5	6	0,5	6	0,5
Cantidad de equipos	8	0,7	4	0,7	7	0,7
Corrosión	5	0,7	5	0,7	4	0,7
Consumo de Materias Primas	6	0,7	4	0,7	7	0,7
Efluentes y Residuos	3	0,8	4	0,8	8	0,8
Recuperación de Energía	6	0,8	4	0,8	7	0,8
Inversión Inicial	4	0,9	4	0,9	6	0,9
Personal requerido	6	0,7	7	0,7	5	0,7
Riegos para la salud, ambiente	6	0,8	4	0,8	8	0,8
Seguridad	5	0,8	5	0,8	5	0,8
Uso de Servicios Auxiliares	5	0,9	5	0,9	7	0,9
Mantenimiento	5	0,7	4	0,7	5	0,7
Complejidad del proceso	6	0,5	6	0,5	7	0,5
Espacio necesario	8	0,5	5	0,5	4	0,5
Tendencia al uso	7	0,4	4	0,4	8	0,4
Nivel tecnológico	8	0,7	6	0,7	7	0,7
Total	72,1		60,3		82,7	

En donde, en base a los siguientes criterios se seleccionaron los números y porcentajes:

Puntaje	
1	Pésimo
2	Muy malo
3	Muy malo
4	Malo
5	Deficiente
6	Regular
7	Bueno
8	Muy bueno
9	Muy bueno
10	Excelente

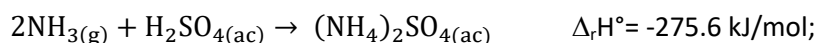
Valor Importancia Relativa	
0,1	Insignificante
0,2	Baja
0,3	Menor
0,4	Moderada
0,5	Intermedia
0,6	Sobresaliente
0,7	Alta
0,8	De amplio alcance
0,9	Espectacular
1	Extraordinaria

En conclusión, en base a los criterios adoptados, además de: La gran disponibilidad de materias primas de la región, la demanda insatisfecha, la sustitución de importaciones y el constante crecimiento de la utilización de fertilizantes de nivel global, elegimos el **Proceso de Reactores en Serie (EP1067093A1)**.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso se resume en la producción continua de una solución de sulfato de amonio, a partir de la reacción directa entre las materias primas, ácido sulfúrico (98%) y amoníaco puro, para su posterior cristalización y acondicionamiento, hasta la obtención de gránulos de la sal de entre 2 a 4mm de diámetro, no apelmazante y con una humedad menor al 0,5%.

La reacción principal es:



Se trata de una reacción de neutralización instantánea y altamente exotérmica.

A su vez, se persigue el mayor ahorro posible de agua, a fin de minimizar costos, y reducir el impacto ambiental.

El proceso consiste en las siguientes etapas:

1. Reacción en 1R-101
2. Dilución del slurry en 1TK-201
3. Reacción en 1PFR-301
4. Granulación en 1G-401
5. Condensación en 1C-501 y enfriamiento en 1E-701 de vapores de agua
6. Absorción de amoníaco gaseoso en 1AT-1001
7. Secado de gránulos en 2D-101
8. Enfriado de gránulos en 2CL-201
9. Clasificación de gránulos en 2S-301
10. Triturado de gránulos en 2CR-401
11. Añadido de agente de recubrimiento en 2CT-501
12. Almacenamiento en 2H-701

A continuación, se detalla cada etapa.

1. Reacción en 1R-101

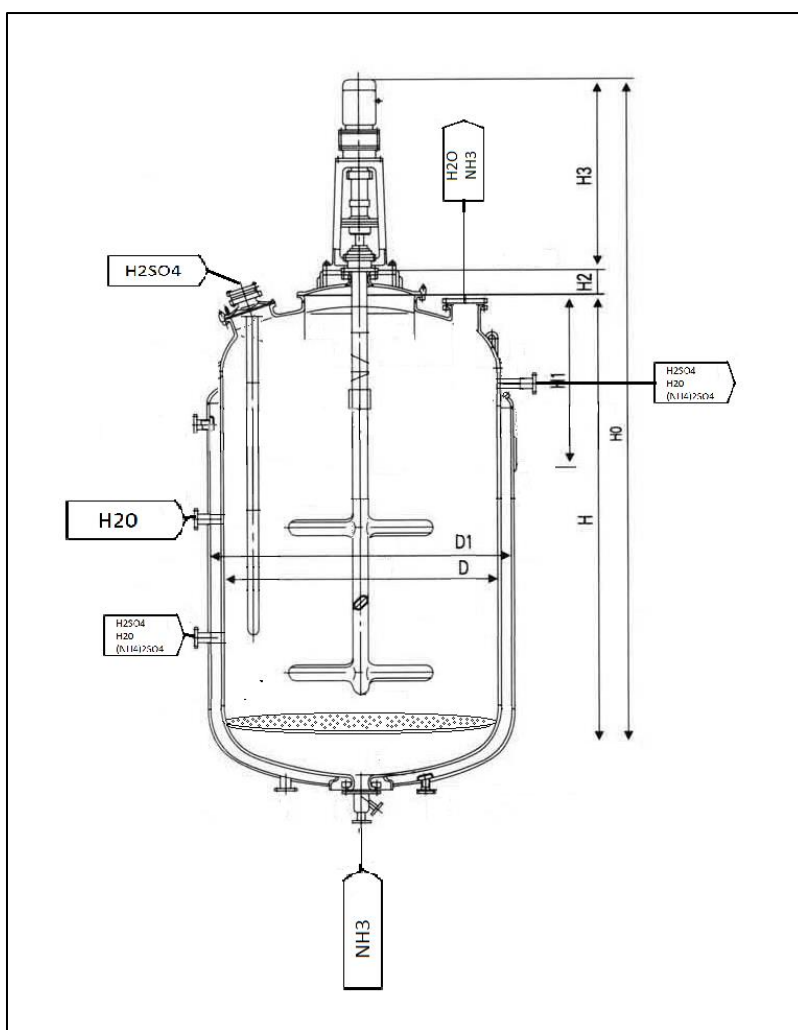
Se alimentan al RTAC ácido sulfúrico concentrado (2), amoníaco (3) y un reciclo (24) que contiene en mayor proporción agua, y en menores cantidades ácido y sulfato de amonio (proveniente de 1AT-1000).

La reacción, altamente exotérmica, se lleva a cabo a 110°C y 1bar.

Las corrientes de alimentación líquidas se ingresan hasta el fondo del tanque, donde un distribuidor posibilita el ingreso del amoníaco gaseoso.

El volumen del reactor está ocupado por un “slurry” del producto final: una solución ácida saturada en sulfato de amonio, y sulfato en suspensión.

Para mantener la isotermita, se permite la evaporación de gran cantidad de agua (4), y a su vez se cuenta con una camisa por donde circula agua de enfriamiento. La agitación es provista por un agitador doble.



2. Dilución del slurry en 1TK-201

Por rebalse, la corriente de producto (5) cae a un tanque intermedio 1TK-201, donde se diluye con un reciclo de agua condensada en 1C-500 (16), y otro reciclo (25), que contiene en mayor proporción agua, y en menores cantidades ácido y sulfato de amonio (proveniente de 1AT-1000).

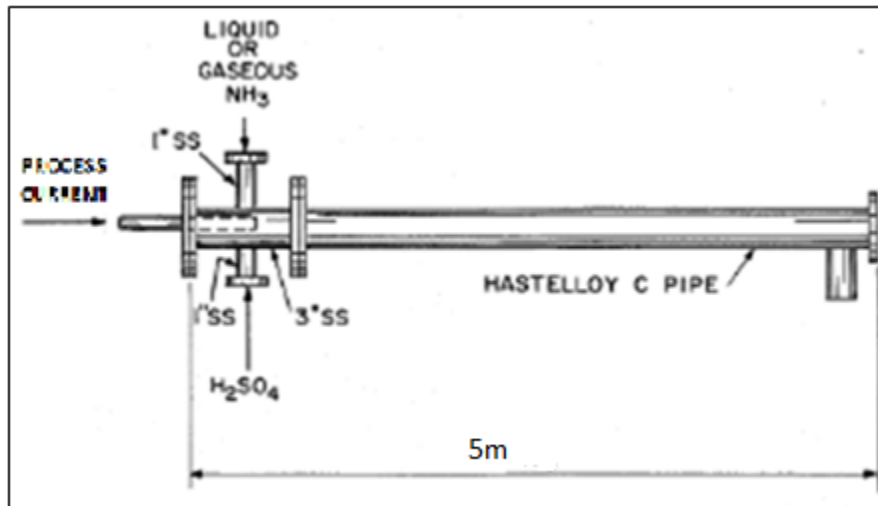
La dilución se lleva a cabo a 90°C y 1bar, siendo necesario un agitador para mantener la homogeneidad.

3. Reacción en 1PFR-301

Desde el 1TK-201, se alimenta al reactor tubular una corriente compuesta por ácido sulfúrico, sulfato de amonio y agua (6). A su vez, se alimenta al PRF-400 una corriente de ácido sulfúrico (7), y otra de amoniaco (8).

Se trata de un reactor tubular en "T": por la entrada principal ingresa la corriente con el producto, y por los laterales las materias primas frescas.

La reacción alcanza los 152°C y 4bar.



4. Granulación en 1G-401

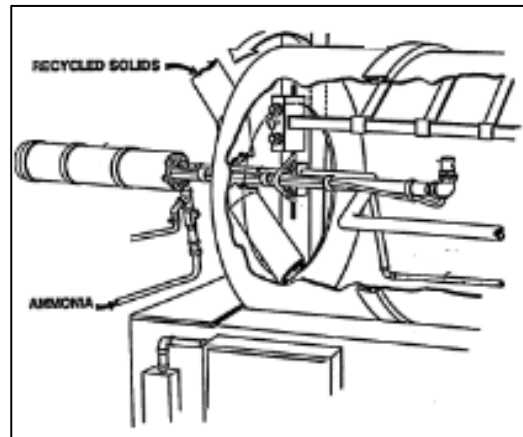
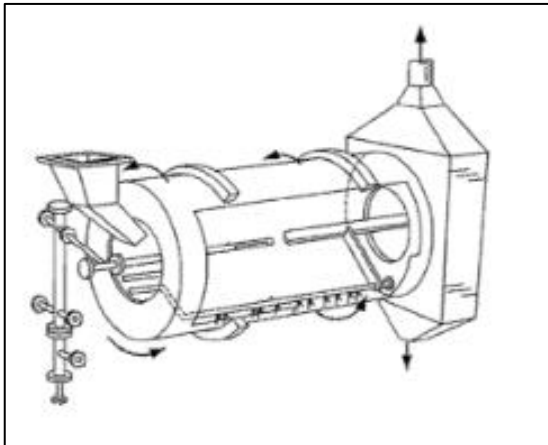
El PRF se encuentra inserto en el granulador 1G-400, finalizando en una boquilla donde se reduce el área de flujo. Al pasar a este equipo, se produce una expansión instantánea, que provoca la evaporación flash de agua y amoníaco (11), y la formación de gránulos de sulfato de amonio uniformes.

Además, se alimentan al granulador una pequeña cantidad de amoníaco (9) a través de un distribuidor, para completar la neutralización, y cristales de reciclo por ser de tamaño distinto al necesario. Se alimenta a su vez un reciclo de producto reprocesado (31).

La estructura de este equipo cuenta con los siguientes componentes:

- **Cuerpo:** Es la parte central de la máquina, hecha de las láminas de acero de carbono. Los revestimientos especiales hechos de caucho son anti-corrosivo y resistente al desgaste.
- **Soporte:** Sostiene el peso del cuerpo. Se construye de acero al carbono.
- **Transportadores:** Conecta las diferentes partes del equipo. Están hechos de acero de sección de canal de alta calidad.
- **Ruedas de Engranaje:** Unidas al cuerpo de la máquina.
- **Motor**

Trabaja a 80°C, y es abierto a la atmósfera (1bar de presión).



5. Condensación y enfriamiento de vapores de agua

Los vapores de agua producidos en ambos reactores, así como el amoniaco sin reaccionar y aire que entra en el granulador (12), son conducidos al 1C-501, donde se condensa el agua. Los incondensables son venteados del equipo (21) y conducidos a la torre 1AT-1001.

El condensador trabaja a una presión absoluta de 0,9bar y utiliza como fluido refrigerante agua de enfriamiento.

El condensado (13) se almacena primeramente en un tanque 1TK-601, y luego ingresa al intercambiador de coraza y tubos 1E-701. Allí se disminuye su temperatura hasta 40°C haciendo uso de agua de enfriamiento.

El agua fría (15) se almacena en el tanque pulmón 1TK-801. De allí se divide en dos corriente: la primera (16) para la dilución del slurry, y la segunda (17) para la alimentación a 1AT-1001.

6. Absorción de amoniaco gaseoso en 1AT-1001

Para la recuperación del amoniaco gaseoso en la corriente de incondensables, se introduce una etapa de absorción reactiva.

Una corriente fresca de ácido sulfúrico concentrado (18), otra de agua fresca (19) y una tercera de agua de recicló (17) se mezclan en 1TK-901. Este recipiente cuenta con agitador, y camisa, por donde circula agua de enfriamiento, para mantener el volumen de control a 25°C.

La salida de este tanque (20) será la alimentación líquida a 1T-1001 por el tope. La alimentación gaseosa es la compuesta por aire y amoniaco (21). Por el tope sale una corriente gaseosa (22) compuesta prácticamente por aire, y por el fondo una líquida (23), siendo una solución acida de sulfato de amonio.

La torre trabaja a una temperatura media de 65°C, y una presión media de 0,9bar.

El relleno es de Anillos de Raschig de cerámica de 1", distribuidos al azar. La absorción del amoniaco se ve altamente favorecida por la reacción con el ácido.

El producto de fondo se almacena en el tanque 1TK-1101, donde se distribuye en dos corrientes: la primera (24) al reactor 1R-101 y la segunda (25) al tanque 1TK-201.

7. Secado de gránulos en 2D-101

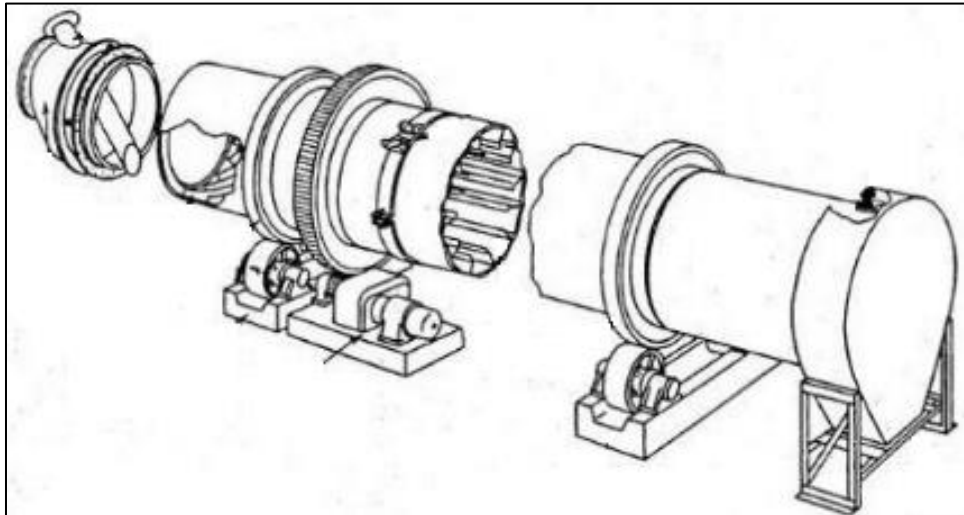
A la salida de 1G-401, los gránulos contienen una humedad de 4.5%, la cual debe ser reducida. Por lo tanto, el producto (10) ingresa al Secador Rotatorio 2D-101.

Se trata de un equipo robusto, de amplia flexibilidad de operación, cuya estructura incluye:

- **Tolva:** Para el ingreso del producto.
- **Cuerpo:** Cilíndrico
- **Platos elevadores en el interior:** Conducen el material, y favorecen el contacto con el aire.
- **Ruedas de engranajes**
- **Soportes**
- **Anillos de sellado**
- **Motor**

Aire caliente en cocorriente ingresa al equipo, y por contacto directo se produce la evaporación de parte del agua retenida en el producto.

La salida (26) contiene una humedad del 1%.



8. Enfriado de gránulos en 2CL-201

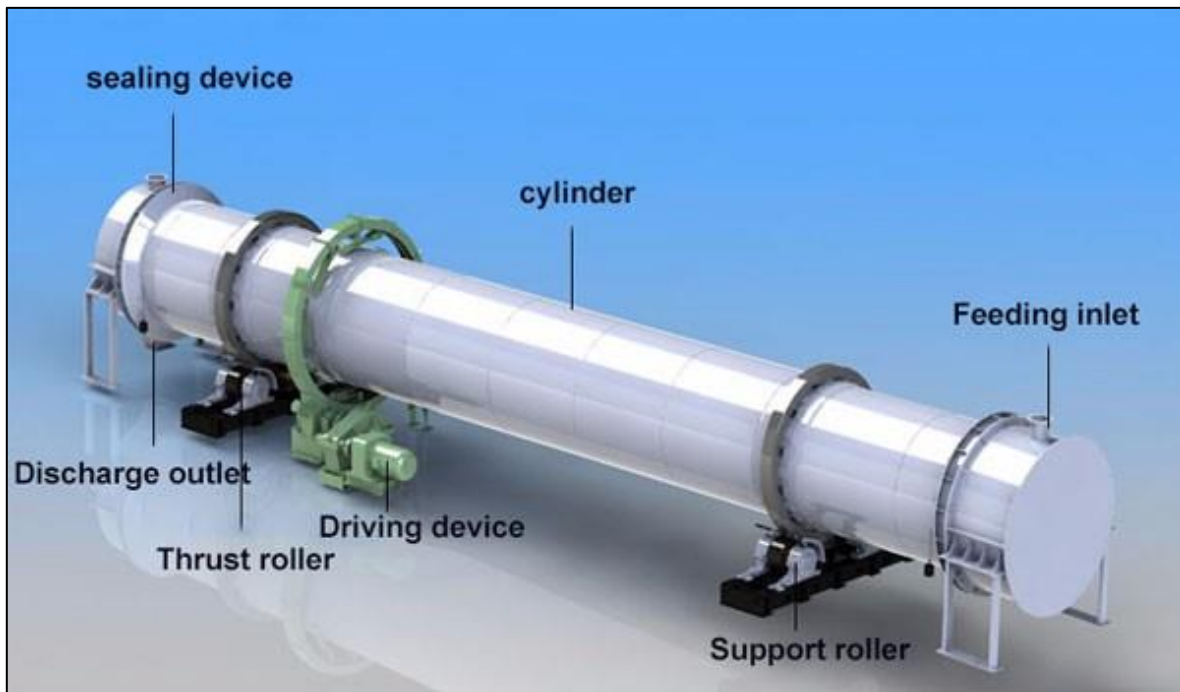
Los gránulos secos se conducen al Enfriador Rotatorio 2CL-201.

Allí, se disminuye su temperatura desde 100°C hasta 25°C.

Se trata de un tambor rotatorio, donde el producto entra en contacto directo con aire frío y seco a contracorriente, en un lecho fluidizado.

Consta de:

- **Tolva:** Para el ingreso del producto.
- **Cuerpo:** Cilíndrico
- **Platos espirales:** Del lado interno, para conducir el material granulado.
- **Soporte**
- **Motor**



9. Clasificación de gránulos en 2S-301

Los gránulos son transportados hasta un Tamiz Rotatorio 2S-201, donde se separan aquellos de tamaño demasiado chico (29), de los de tamaño demasiado grande (30) y de los de tamaño correcto (32).

Se trata de un tambor rotatorio, cuya estructura cuenta con:

- **Tolva:** Para el ingreso del producto y descarga del material separado.
- **Cuerpo:** Cilíndrico
- **Mayas metálicas:** en el interior del cuerpo, separadas en módulos, con distintos diámetros de gránulos.
- **Cuchilla:** rasga las mayas, impidiendo la acumulación de producto sobre ellas.
- **Soporte**
- **Motor**

Es simple de instalar, operar y mantener. Ofrece alta eficiencia para la clasificación de gránulos.

La alimentación se da en el extremo superior. Los gránulos de menor tamaño son los primeros en ser separados, y se los conduce al granulador 1G-401. Luego, se separan los de tamaño correcto. Los de mayor tamaño, salen del equipo por el extremo inferior.



10. Triturado de gránulos en 2CR-401

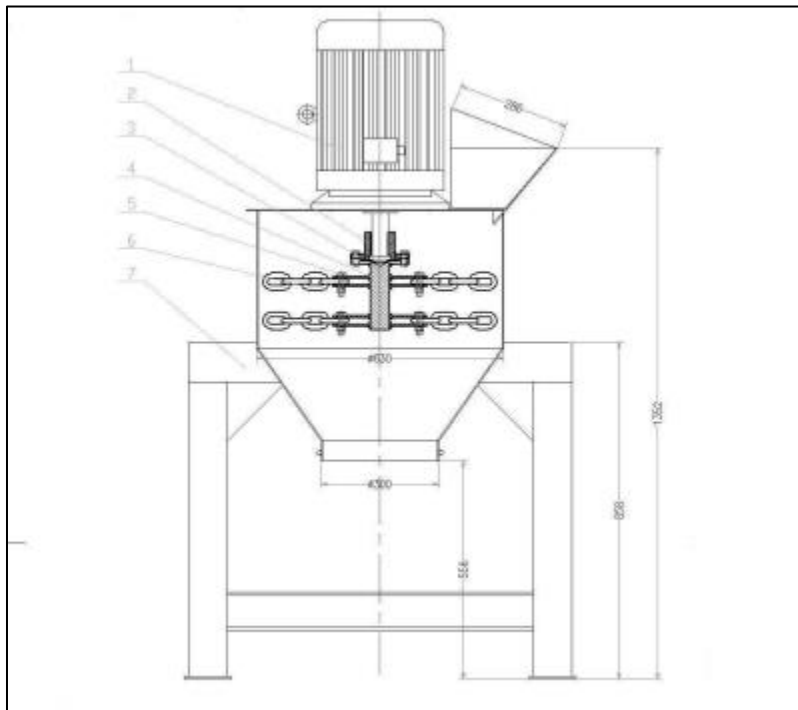
Debido a su tamaño excesivo, estos gránulos son enviados a una trituradora de cadena, 2CR-401.

Cuenta con un rotor, y dos cadenas en sus extremos.

Las cadenas al rotar a alta velocidad, ejercen múltiples fuerzas sobre el producto, ocasionando que éstos colisionen entre sí, rompiéndolos.

Ofrece un material uniformemente triturado, así como difícil de adherir a la pared y fácil de limpiar. Es de simple mantenimiento.

El producto triturado (31) retorna al granulador.



11. Añadido de agente de recubrimiento en 2CT-501

A fin de mantener la calidad del producto y aumentar su rendimiento, se le agrega un agente anti-apelmazante/aglomerante. Generalmente se usa talco, arcilla, soluciones líquidas del mismo fertilizante o aceites naturales (disminuyen el polvillo).

La salida del tamiz (32) se conduce a un nuevo equipo rotatorio 2CT-501.

Su estructura se compone principalmente por:

- **Tolva:** Para el ingreso del producto.
- **Cuerpo:** Cilíndrico
- **Tornillo Transportador:** Del lado interno, para conducir el material granulado.
- **Distribuidor:** del agente Coating.
- **Soporte**
- **Motor**

El equipo es confiable, de alta eficiencia y fácil operación y mantenimiento.

El producto ingresa al equipo, y a medida que avanza, es rociado por el agente de recubrimiento, talco mineral, formado por silicatos de magnesio ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), logrando la capa superficial del espesor deseado.



12. Almacenamiento en 2H-701

La salida del equipo de Coating (33) es conducida a la tolva 2H-701, donde se almacenará hasta pasar a la etapa de empaquetado.

VARIABLES CRÍTICAS DE PROCESO

A continuación se detallan las variables que resulta imprescindible controlar para una correcta operación de planta:

- * Caudales de alimentación fresca a 1R-101 y 1PFR-301
- * Caudales de alimentación fresca a 1TK-901
- * Temperatura y presión en 1R-101 y 1PFR-301
- * Temperatura y caída de presión en 1AT-1001
- * Presión en 1C-501
- * Nivel en 1TK-601
- * Temperatura en 2D-101 y 2CL-201

PARÁMETROS CRÍTICOS A MONITOREAR

Los parámetros más importantes a monitorear en laboratorio de calidad serán:

- pH y humedad de salida del reactor tanque agitado.
 - ✓ $3 < \text{pH} < 4.2$
 - ✓ $34\% < \text{Humedad} < 42\%$
- Humedad a la salida del granulador, secador
 - ✓ $2\% < \text{Humedad} < 8\%$ en el granulador
 - ✓ $0.1\% < \text{Humedad} < 0.5\%$ en el secador
- Densidad de producto final
 - ✓ $1.7 < \rho^* < 1.9$
- Aspecto, forma y color de producto final
 - ✓ Gránulos color blanco
 - ✓ $2\text{mm} < D_p < 4\text{mm}$
 - ✓ No apelmazante
 - ✓ $4.2 < \text{pH} < 5.5$ para una solución 1M

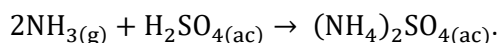
BALANCE DE MASA Y ENERGÍA

Para los Balances de Masa y Energía, se recurrió a la Ecuación de Continuidad en cada etapa, según la cual:

$$\text{Acumulación} = \text{Entrada} - \text{Salida} + \text{Generación} - \text{Consumo}$$

Al tratarse de un proceso continuo, en Estado Estacionario, en todos los casos $\text{Acumulación} = 0$.

En cuanto a la Generación y Consumo de masa, se calcularon por relaciones estequiométricas, teniendo en cuenta rendimientos, según la reacción



Los Balances de Masa, resultaron de la forma:

$$\sum m_i \text{ salida} - \sum m_i \text{ entrada} = 0$$

Para los Balances Energéticos, se utilizó el método de las *Entalpías de Formación*, por lo tanto, las ecuaciones resultaron de la forma:

$$\sum n_i \text{ salida} \times H_i \text{ salida} + Q_i - \sum n_i \text{ entrada} \times H_i \text{ entrada} = 0$$

Se debieron llevar todas las entalpías estándar de cada compuesto a las entalpías en las condiciones de proceso, teniendo en cuenta:

- * Diferencias de temperaturas
- * Cambios de fase
- * Calores de disolución y dilución

Se comenzó por la última corriente del proceso, producto final a almacenamiento previo a Packaging, la cual se conocía en base a la capacidad instalada. Esta es la *Base de Cálculo*.

En muchos casos, se debieron plantear simultáneamente balances de masa y energía.

DATOS DE PARTIDA

Los siguientes datos se obtuvieron de la patente, y sirvieron para los balances en las distintas etapas.

Otros datos aportados por patente fueron temperaturas y presiones operativas en determinados equipos.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
%(m/m) AS	Concentración A.S.	0,966	kgH2SO4/gSC
x5	Hum. Sal. 1R-101	0,376	kgH2O/kgSC
xExp	Hum. Sal. 1PFR-301	0,12	kgH2O/kgSA
x10	Hum. Sal. 1G-401	0,045	kgH2O/kgSA
x26	Hum. Sal. 2D-101	0,01	kgH2O/kgSA
xAS	A.S. a 1R-101	36	%
	A.S. a 1PFR-301	46	%
	A.S. a 1TK-901	18	%
xAM	Am. a 1R-101	44	%
	Am. a 1PFR-301	50	%
	Am. a 1G-401	6	%
NH3 Esteq		1931,82	kg/h
% NH3 Exc	Exceso total de NH3	1,2	%
NH3 Total		1955,00	kg/h
% NH3 Exc 9	5 - 10 %	10	%
% Xa R	Conversión 1R-101	90	%
% Xa PFR	Conversión 1PFR-301	90	%
% Abs	Abs. de NH3 en Torre	90	%
Gránulos Tamaño Correcto		90	%
Gránulos Tamaño Menor		5	%
Gránulos Tamaño Mayor		5	%

Los siguientes valores de entalpías y calores específicos se utilizaron para el balance de energía.

Sustancia	$\Delta_f H^\circ$ (kJ/mol)	$C_p = f(T)$
H2SO4 (l)	-811,32	$0,1391 + (15,59e-5)*x$
NH3 (g)	-46,191	$0,03515 + (2,954e-5)*x + (0,4421e-8)*(x^2) + -(6,686e-12)*(x^3)$
H2O (l)	-285,84	0,0754
H2O (v)		$33,46e-3 + (0,688e-5)*x + (0,7604e-8)*(x^2) - (3,593e-12)*(x^3)$
(NH4)2SO4 (c)	-1179,3	0,2159

Estados de referencia: 25°C; 1atm; Hidrógeno (g), Oxígeno (g), Azufre(s), Nitrógeno (g)

RESULTADOS

Corriente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T (°C)	25,0	25,0	25,0	98,4	110,8	80,1	25,0	25,0	25,0
P (bar)	1,0	1,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,0	12,0	12,0
Fracción Vapor	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caudal Másico (kg/h)	4726,6	2075,1	860,2	2173,3	5306,5	7104,2	2651,5	977,5	117,3
Fracción Másica									
H2SO4	0,97	0,97	0,00	0,00	0,05	0,03	0,97	0,00	0,00
NH3	0,00	0,00	1,00	0,06	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
H2O	0,03	0,03	0,00	0,94	0,27	0,45	0,03	0,00	0,00
(NH4)2SO4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,52	0,00	0,00	0,00
Aire	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Corriente	10	11	12	13	14	15	16	17
T (°C)	73,1	73,1	98,0	80,0	80,0	40,0	40,0	40,0
P (bar)	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Fracción Vapor	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caudal Másico (kg/h)	8708,3	843,6	5536,9	4957,4	4957,4	4957,4	1434,6	3522,7
Fracción Másica								
H2SO4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NH3	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H2O	0,04	0,57	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
(NH4)2SO4	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aire	0,00	0,41	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

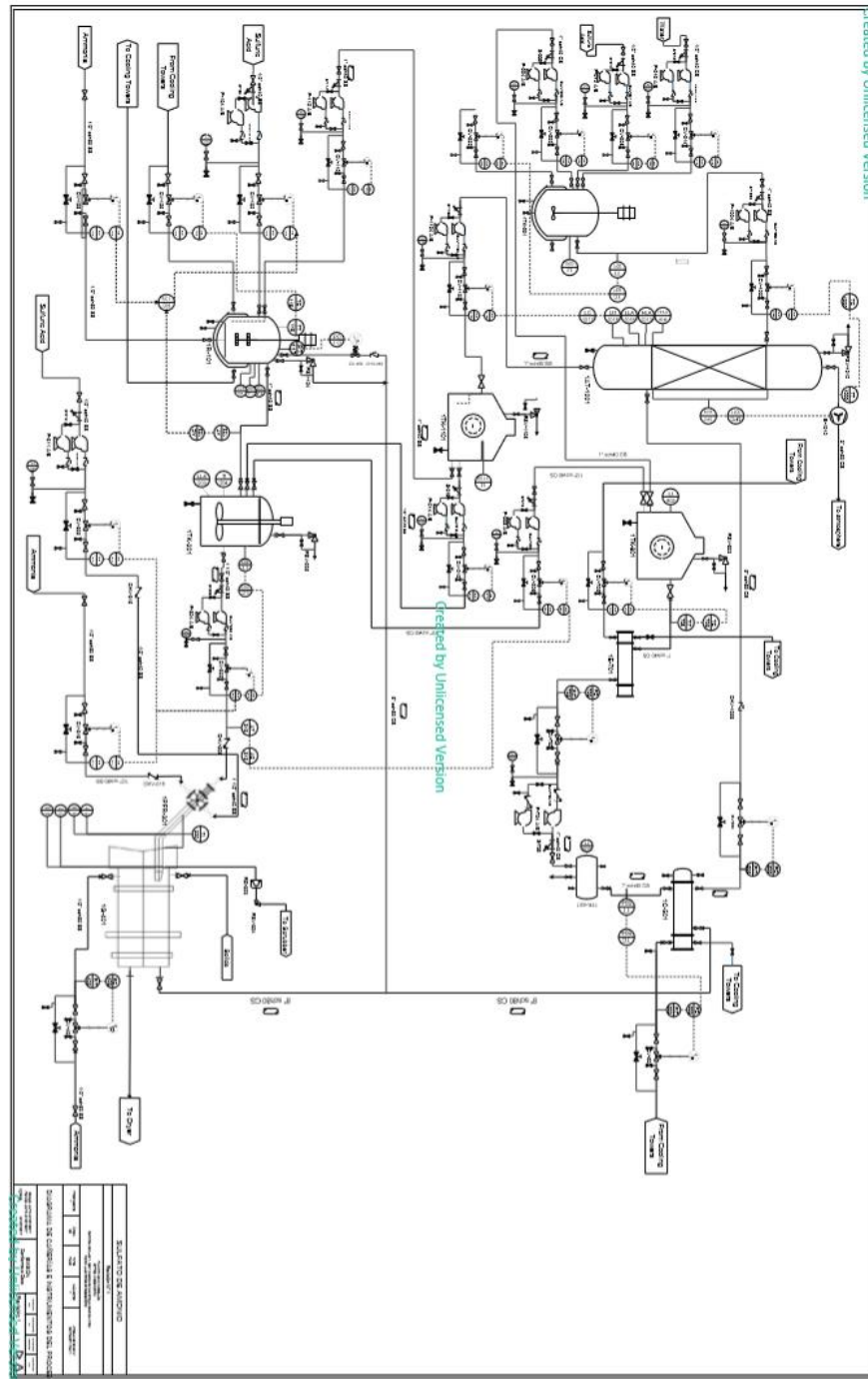
Corriente	18	19	20	21	22	23	24	25
T (°C)	25,0	25,0	25,0	80,0	40,0	91,8	91,8	91,8
P (bar)	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0
Fracción Vapor	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Caudal Másico (kg/h)	1037,5	170,7	4731,0	579,5	370,9	4939,6	4544,4	395,2
Fracción Másica								
H2SO4	0,97	0,00	0,21	0,00	0,00	0,08	0,08	0,08
NH3	0,00	0,00	0,00	0,40	0,06	0,00	0,00	0,00
H2O	0,03	1,00	0,79	0,00	0,00	0,75	0,75	0,75
(NH4)2SO4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,16	0,16
Aire	0,00	0,00	0,00	0,60	0,94	0,00	0,00	0,00

Corriente	26	27	28	29	30	31	32	33
T (°C)	105,0	105,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25	25
P (bar)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1	1
Fracción Vapor	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0
Caudal Másico (kg/h)	8416,7	291,7	8416,7	420,8	420,8	841,7	7575	7575
Fracción Másica								
H2SO4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NH3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H2O	0,01	1,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
(NH4)2SO4	0,99	0,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Aire	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

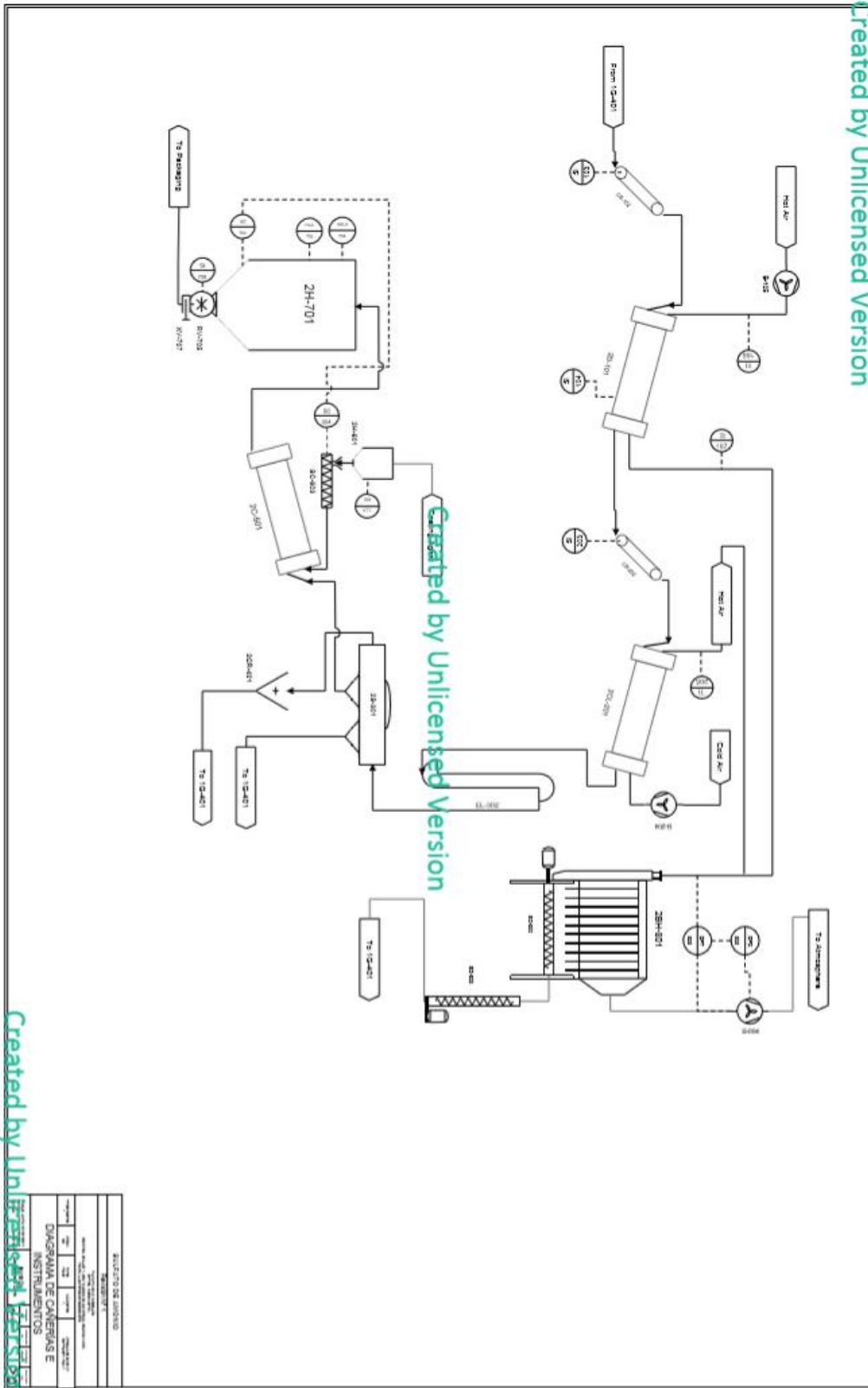
Equipo	Corriente Energética (MJ/h)
Reactor 1R-101	-843
Condensador 1C-501	-12303
Intercambiador 1E-701	-831
Tanque 1TK-901	-944
Secador 2D-101	1182
Enfriador 2CL-201	-1118

DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTACIÓN - P&ID

SECTOR FLUIDO



SECTOR SÓLIDOS



INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

A continuación, se detallan los controladores existentes en el proceso, a su vez que se indica tipo, variable controlada, SetPoint, variable manipulada, y el tipo de acción.

En general, se optó por controladores

- PI para caudales
- PID para temperaturas
- PI para niveles
- PI para presiones

LISTADO CONTROLADORES

Sector Fluidos

ID/TAG	TIPO	V. CONTROLADA	SET POINT	V. MANIPULADA	ACCIÓN
FIC-103	PI	Caudal alimentación ácido a 1R-101	2004,5 kg/h	Posición CV-102	Inversa
FIC-109	PI	Caudal alimentación amoniaco a 1R-101	860,2 kg/h	Posición CV-108	Inversa
FIC-111	PI	Caudal alimentación reciclo a 1R-101	4544,4 kg/h	Posición CV-110	Inversa
TIC-116	PID	Temperatura 1R-101	110°C	Caudal Agua de Enfriamiento	Directa
PIC-117	PI	Presión 1R-101	1 bar	Posición CV-118	Directa
AC-123	PI	pH salida 1R-101	3,6	Relación Alimentaciones	
RC-123	P	Relación caudales de alimentación 1R-101	2,3	Caudales de alimentación 1R-200	
FIC-126	PI	Caudal Agua de Enfriamiento	20163 kg/h	Posición CV-125	Inversa
LIC-202	P	Nivel 1TK-201	4 m	Caudal de salida	Directa
FIC-207	PI	Caudal alimentación agua a 1TK-201	1434,6 kg/h	Posición CV-206	Inversa
FIC-213	PI	Caudal alimentación reciclo a 1TK-201	395,2 kg/h	Posición CV-212	Inversa
FIC-303	PI	Caudal alimentación a 1PFR-301	7104,2 kg/h	Posición CV-302	Inversa
FIC-310	PI	Caudal alimentación ácido a 1PFR-301	2561,4 kg/h	Posición CV-309	Inversa
FIC-317	PI	Caudal alimentación amoniaco a 1PFR-301	977,5 kg/h	Posición CV-316	Inversa
AC-319	PI	pH salida 1TK-201	4,2	Caudal agua de reciclo	
FIC-403	PI	Caudal alimentación amoniaco a 1G-401	117,3 kg/h	Posición CV-402	Inversa
FIC-503	PI	Caudal Agua de Enfriamiento	294341 kg/h	Posición CV-502	Inversa
TIC-504	PID	Temperatura de condensado	80°C	Caudal Agua de Enfriamiento	Directa
PIC-506	PI	Presión en 1C-501	0,9	Posición CV-505	Directa
FIC-703	PI	Caudal entrada 1E-701	4957,4 kg/h	Posición CV-702	Inversa
TIC-708	PID	Temperatura salida 1E-701	40°C	Caudal Agua de Enfriamiento	Directa
FIC-710	PI	Caudal Agua de Enfriamiento	19871 kg/h	Posición CV-709	Inversa
FIC-903	PI	Caudal alimentación reciclo a 1TK-901	3522,7 kg/h	Posición CV-902	Inversa
FIC-909	PI	Caudal alimentación ácido a 1TK-901	1002,3 kg/h	Posición CV-907	Inversa
FIC-915	PI	Caudal alimentación agua fresca a 1TK-901	170,7 kg/h	Posición CV-914	Inversa

TIC-921	PID	Temperatura 1TK-901	25°C	Caudal Agua de Enfriamiento	Directa
FIC-923	PI	Caudal Agua de Enfriamiento	22576 kg/h	Posición CV-922	Inversa
FIC-1003	PI	Caudal alimentación líquida 1AT-1001	4731,0 kg/h	Posición CV-1002	Inversa
TIC-1009	PID	Temperatura salida gas 1AT-1001	40°C	Caudal alimentación líquida 1AT-1001	
DPIC-1011	PI	Caída de presión 1AT-1001	72,38 mmH2O	Velocidad B-1010	Directa
LIC-1017	PI	Nivel 1AT-1001	0,6 m	Caudal salida líquida 1AT-1001	Directa
FIC-1103	PI	Caudal salida líquida 1AT-1001	4939,6 kg/h	Posición CV-1102	Inversa

Sector Sólidos

ID/TAG	TIPO	V. CONTROLADA	SET POINT	V. MANIPULADA	ACCIÓN
DPIC-805	PI	Caída de presión 2BH-801	10 mmH2O	Velocidad B-804	Directa
SC-604	PI	Caudal Agente Coating	350 kg/h	Velocidad SC-603	Directa

LISTADO TRANSMISORES

Sector Fluidos

ID/TAG	TIPO	V. MEDIDA
FT-103	Magnético	Caudal de ácido a 1R-101
FT-109	Coriolis	Caudal de amoníaco a 1R-101
FT-111	Magnético	Caudal de reciclo a 1R-101
TT-116	Termocupla	Temperatura 1R-101
PT-117	Bourdon	Presión 1R-101
AT-123	Electrodo	pH salida 1R-101
FT-126	Magnético	Caudal Agua de Enfriamiento
LT-202	Flotador	Nivel 1TK-201
FT-207	Magnético	Caudal alimentación agua a 1TK-201
FT-213	Coriolis	Caudal alimentación reciclo a 1TK-201
FT-303	Magnético	Caudal alimentación 1PFR-301
FT-310	Magnético	Caudal alimentación ácido 1PFR-301
FT-117	Coriolis	Caudal de amoníaco a 1PFR-301
AT-319	Electrodo	pH salida 1TK-201
FT-403	Coriolis	Caudal alimentación amoníaco a 1G-401
FT-503	Magnético	Caudal Agua de Enfriamiento
TT-504	Termocupla	Temperatura Condensado
PT-506	Bourdon	Presión 1C-501
FT-703	Magnético	Caudal Condensado
TT-708	Termocupla	Temperatura Agua de Reciclo
FT-710	Magnético	Caudal Agua de Enfriamiento
FT-903	Magnético	Caudal alimentación reciclo a 1TK-901

FT-909	Magnético	Caudal alimentación ácido 1TK-901
FT-915	Magnético	Caudal alimentación agua a 1TK-901
TT-921	Termocupla	Temperatura 1TK-901
FT-923	Magnético	Caudal Agua de Enfriamiento
FT-1003	Magnético	Caudal alimentación líquida 1AT-1001
TT-1009	Termocupla	Temperatura salida gases 1AT-1001
DPT-1011	Bourdon	Caída de presión en 1AT-1001
LT-1017	Flotador	Nivel 1AT-1001
FT-1103	Magnético	Caudal salida líquida 1AT-1001

Sector Sólidos

ID/TAG	TIPO	V. MEDIDA
WT-702	Celda de Carga	Carga 2H-701
DPT-805	Bourdon	Caída de Presión en 2BH-801

LISTADO INDICADORES

Sector Fluidos

ID/TAG	TIPO	V. MEDIDA
PI-107	Bourdon	Presión P-104
PI-115	Bourdon	Presión P-112
TI-204	Termocupla	Temperatura 1TK-201
PI-211	Bourdon	Presión P-208
PI-217	Bourdon	Presión P-214
PI-307	Bourdon	Presión P-304
PI-314	Bourdon	Presión P-311
TI-320	Termocupla	Temperatura 1PFR-301
LT-602	Flotador	Nivel 1TK-601
PI-707	Bourdon	Presión P-704
LT-802	Flotador	Nivel 1TK-801
PI-907	Bourdon	Presión P-904
PI-913	Bourdon	Presión P-909
PI-919	Bourdon	Presión P-906
LT-920	Flotador	Nivel 1TK-901
PI-1007	Bourdon	Presión P-1004
LT-1110	Flotador	Nivel 1TK-1101
PI-1107	Bourdon	Presión P-1104

Sector Sólidos

ID/TAG	TIPO	V. MEDIDA
SI-103	Sensor Magnético	Velocidad CB-102
SI-104	Sensor Magnético	Velocidad rotación 2D-101
TI-106	Termocupla	Temperatura entrada Aire al 2D-101
TI-107	Termocupla	Temperatura salida Aire del 2D-101
SI-203	Sensor Magnético	Velocidad CB-202
TI-205	Termocupla	Velocidad salida Aire del 2CL-201
SI-706	Sensor Magnético	Velocidad RV-705

LISTADO ALARMAS

Sector Fluidos

ID/TAG	DESCRIPCIÓN
LA-120	Alarma Nivel 1R-101
LLA-121	Alarma Bajo Nivel 1R-101
LLLA-122	Alarma Bajo Bajo Nivel 1R-101
LLA-203	Alarma Bajo Nivel 1TK-201
HTA-321	Alarma Alta Temperatura 1PFR-301
HHTA-322	Alarma Alta Alta Temperatura 1PFR-301
HPA-325	Alarma Alta Presión 1PFR-301
HHPA-326	Alarma Alta Alta Presión 1PFR-301
HLA-1013	Alarma Alto Nivel 1AT-1001
HHLA-1014	Alarma Alto Alto Nivel 1AT-1001
LLA-1015	Alarma Bajo Nivel 1AT-1001

Sector Sólidos

ID/TAG	DESCRIPCIÓN
LLA-602	Alarma Bajo Nivel 2H-601
HLA-703	Alarma Alto Nivel 2H-701
HHLA-704	Alarma Alto Alto Nivel 2H-701

LISTADO VÁLVULAS

Sector Fluidos

ID/TAG	TIPO	CORRIENTE	MODO FALLA
CV-102	Control	2	Cierra
102-1	On-Off	2	Cierra
102-2	On-Off	2	Cierra
102-3	Manual	2	-
CHV-105	-	2	-
CV-108	Control	3	Cierra
108-1	On-Off	3	Cierra
108-2	On-Off	3	Cierra
108-3	Manual	3	-
CV-110	Control	24	Cierra
110-1	On-Off	24	Cierra
110-2	On-Off	24	Cierra
110-3	Manual	24	-
CHV-113	-	24	-
CHV-118	-	4	-
CV-125	Control	Agua Enf	Abre
125-1	On-Off	Agua Enf	Abre
125-2	On-Off	Agua Enf	Abre
125-3	Manual	Agua Enf	-
PSV-124	-	4	-
PSV-205	-	-	-
CV-206	Control	16	Cierra
206-1	On-Off	16	Cierra
206-2	On-Off	16	Cierra
206-3	Manual	16	-
CHV-209	-	16	-
CV-212	-	25	-
212-1	On-Off	25	Cierra
212-2	On-Off	25	Cierra
212-3	Manual	25	-
CHV-215	-	25	-
CV-302	Control	6	Cierra
302-1	On-Off	6	Cierra
302-2	On-Off	6	Cierra
302-3	Manual	6	-
CHV-305	-	6	-
CHV-308	-	6	-
CV-309	Control	7	Cierra

309-1	On-Off	7	Cierra
309-2	On-Off	7	Cierra
309-3	Manual	7	-
CHV-312	-	7	-
CHV-315	-	7	-
CV-316	Control	8	Cierra
316-1	On-Off	8	Cierra
316-2	On-Off	8	Cierra
316-3	Manual	8	-
CHV-318	-	8	-
CV-402	Control	9	Cierra
402-1	On-Off	9	Cierra
402-2	On-Off	9	Cierra
402-3	Manual	9	-
CV-502	Control	Agua Enf	Abre
502-1	On-Off	Agua Enf	Abre
502-2	On-Off	Agua Enf	Abre
502-3	Manual	Agua Enf	-
CV-702	Control	14	Cierra
702-1	On-Off	14	Cierra
702-2	On-Off	14	Cierra
702-3	Manual	14	-
CHV-705	-	14	-
CV-709	Control	Agua Enf	Abre
709-1	On-Off	Agua Enf	Abre
709-2	On-Off	Agua Enf	Abre
709-3	Manual	Agua Enf	-
PSV-803	-	-	-
CV-902	Control	17	Cierra
902-1	On-Off	17	Cierra
902-2	On-Off	17	Cierra
902-3	Manual	17	-
CHV-905	-	17	-
CV-908	Control	18	Cierra
908-1	On-Off	18	Cierra
908-2	On-Off	18	Cierra
908-3	Manual	18	-
CHV-911	-	18	-
CV-914	Control	19	Cierra
914-1	On-Off	19	Cierra
914-2	On-Off	19	Cierra
914-3	Manual	19	-
CHV-917	-	19	-

CV-922	Control	Agua Enf	Abre
922-1	On-Off	Agua Enf	Abre
922-2	On-Off	Agua Enf	Abre
922-3	Manual	Agua Enf	-
CV-1002	Control	20	Cierra
1002-1	On-Off	20	Cierra
1002-2	On-Off	20	Cierra
1002-3	Manual	20	-
CHV-1005	-	20	-
CV-1008	Control	21	Abre
1008-1	On-Off	21	Abre
1008-2	On-Off	21	Abre
1008-3	Manual	21	-
CHV-1010	-	21	-
PSV-1019	-	-	-
CV-1102	Control	23	Abre
1102-1	On-Off	23	Abre
1102-2	On-Off	23	Abre
1102-3	Manual	23	-
CHV-1105	-	23	-
PSV-1109	-	-	-

DISEÑO DE UN LAZO DE CONTROL

Se diseñó un Lazo de Control por Retroalimentación, específicamente, el control del nivel del tanque de dilución 1TK-201. El SetPoint será de $h=4\text{m}$, siendo la variable manipulada el caudal de salida, a través del elemento final de control que representa la CV-302.

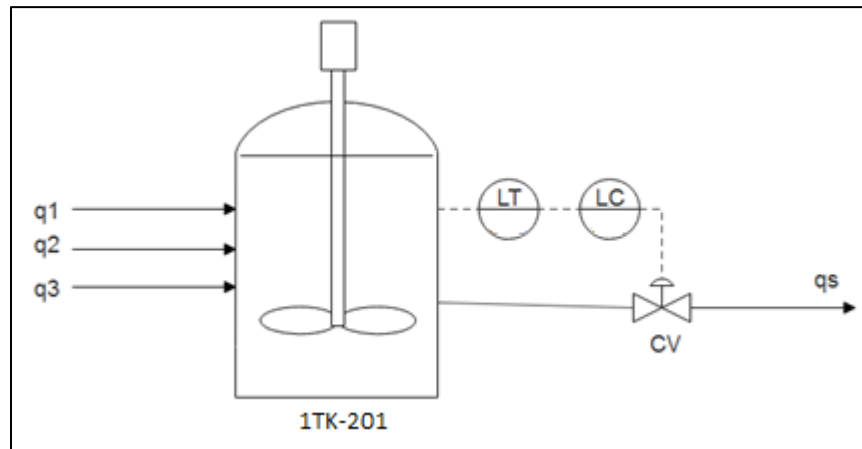


Fig 1. Lazo a diseñar

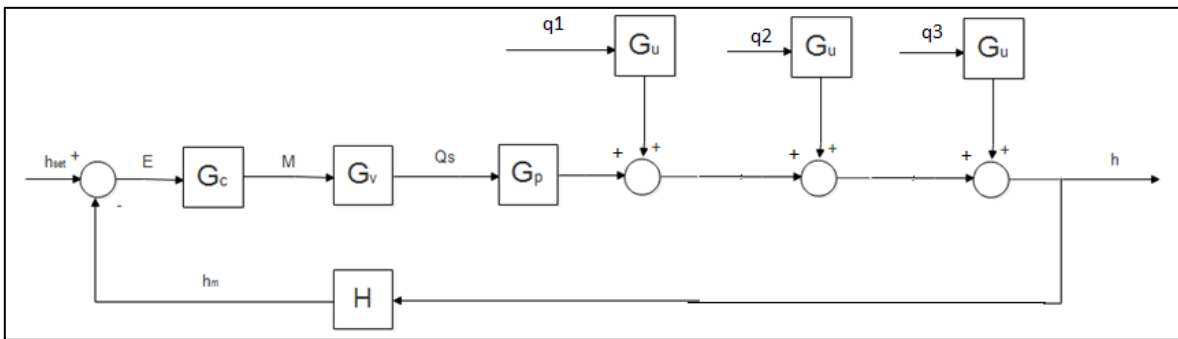


Fig 2. Diagrama de Bloques Circuito de Retroalimentación

1. Datos de Partida

Variable	Descripción	Valor	Unidad
q1	Caudal de Entrada	5306	kg/h
q2	Caudal de Entrada	395	kg/h
q3	Caudal de Entrada	1434	kg/h
Qs	Caudal de Salida	7104	kg/h
ρ	Densidad de Salida	1400	kg/m ³
γ	Gravedad Específica	0,71	
Cv	Coefficiente de Válvula	5,25E-06	m ³ /s-Pa ^{0,5}
Vp	Posición de Válvula	0,5	
h	Altura de Tanque	4	m
A	Sección de Tanque	5,5	m ²

2. Determinación Funciones de Transferencia

A. Funciones de Transferencia Proceso y Perturbación

Para todo el desarrollo, se realizan cuatro suposiciones:

1. Tanque de mezclado únicamente, sin reacción química.
2. Densidades de las corrientes iguales.
3. Pérdida de carga por fricción despreciable.
4. Válvula de apertura lineal.

Balance de Masa en Estado Dinámico: $\rho q_{1(t)} + \rho q_{2(t)} + \rho q_{3(t)} - \rho q_{s(t)} = \rho A dh_{(t)}/dt$

Ecuación de caudal a través de una válvula: $q_{s(t)} = v p_{(t)} C_v \sqrt{\frac{\Delta P}{\gamma}}$

Donde $\Delta P = P + \rho g h_{(t)} - P_2 = \rho g h_{(t)}$

No es posible resolver el balance de manera analítica. Por lo tanto se linealizará el término no lineal, respecto de h y vp, correspondientes al Estado Estacionario.

$$q_{s(t)} \cong \bar{q}_s + \left. \frac{\partial q_{s(t)}}{\partial v p} \right|_{EE} (v p_{(t)} - \bar{v p}) + \left. \frac{\partial q_{s(t)}}{\partial h} \right|_{EE} (h_{(t)} - \bar{h})$$

$$\bar{q}_s = \bar{v}\bar{p} C_v \sqrt{\frac{\rho g \bar{h}}{\gamma}}$$

$$\partial q_{s(t)} / \partial v p|_{EE} = C_v \sqrt{\frac{\rho g \bar{h}}{\gamma}}$$

$$\partial q_{s(t)} / \partial h|_{EE} = 1/2 \bar{v}\bar{p} C_v \sqrt{\frac{\rho g}{\gamma \bar{h}}}$$

$$q_{s(t)} = \bar{v}\bar{p} C_v \sqrt{\frac{\rho g \bar{h}}{\gamma}} + C_v \sqrt{\frac{\rho g \bar{h}}{\gamma}} (v p(t) - \bar{v}\bar{p}) + 1/2 \bar{v}\bar{p} C_v \sqrt{\frac{\rho g}{\gamma \bar{h}}} (h(t) - \bar{h})$$

Definiendo

$$C_1 = C_v \sqrt{\frac{\rho g \bar{h}}{\gamma}} \quad C_2 = 1/2 \bar{v}\bar{p} C_v \sqrt{\frac{\rho g}{\gamma \bar{h}}}$$

$$q_{s(t)} = \bar{q}_s + C_1 (v p(t) - \bar{v}\bar{p}) + C_2 (h(t) - \bar{h})$$

Balance de Masa Linealizado:

$$q_{1(t)} + q_{2(t)} + q_{3(t)} - \bar{q}_s - C_1 (v p(t) - \bar{v}\bar{p}) - C_2 (h(t) - \bar{h}) = A dh(t)/dt$$

En Estado Estacionario:

$$\bar{q}_1 + \bar{q}_2 + \bar{q}_3 - \bar{q}_s = 0$$

Se introducen las Variables de desviación Q1, Q2, Q3, H y VP:

$$Q_i = q_i - \bar{q}_i$$

$$H = h - \bar{h}$$

$$VP = v p - \bar{v}\bar{p}$$

Reemplazando, se obtiene:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 - C_1 VP - C_2 H = A dH(t)/dt$$

Dividiendo ambos miembros por C2, y despejando, se obtiene:

$$\tau \frac{dH(t)}{dt} + H(t) = K_1 Q_{1(t)} + K_1 Q_{2(t)} + K_1 Q_{3(t)} - K_2 VP(t)$$

Donde:

$$\tau = A/C_2$$

$$K_1 = 1/C_2$$

$$K_2 = C_1/C_2$$

Aplicando la Transformada de Laplace:

$$H(s) = \frac{K_1}{\tau s + 1} Q_{1(s)} + \frac{K_1}{\tau s + 1} Q_{2(s)} + \frac{K_1}{\tau s + 1} Q_{3(s)} - \frac{K_2}{\tau s + 1} VP(s)$$

De aquí se obtienen Gu y Gp:

$$G_{U1} = H(s)/Q_{1(s)} = \frac{K_1}{\tau s + 1}$$

$$G_{U2} = H(s)/Q_{2(s)} = \frac{K_1}{\tau s + 1}$$

$$G_{U3} = H(s)/Q_{3(s)} = \frac{K_1}{\tau s + 1}$$

$$G_P = H(s)/VP(s) = -\frac{K_2}{\tau s + 1}$$

Calculando:

Variable	Valor	Unidad
C1	7,44E-04	m3/s
C2	1,78E-04	(m3/s)/m
K1	5,61E+03	m/(m3/s)
K2	4,17	m
τ	1200	s
τ	20	min

B. Válvula de Control:

Suponiendo una función de transferencia de 1er orden: $G_v = \frac{K_v}{\tau s + 1}$

Donde $K_v = 1$

$$\tau = 3 \text{seg}$$

C. Sensor Transmisor:

Suponiendo una función de transferencia de primer orden: $H = \frac{K_H}{\tau s + 1}$

Donde $K_H = 1$

$$\tau = 3 \text{seg}$$

3. Diseño Del Controlador

a. Análisis de Estabilidad

$$\frac{h(s)}{h_{set\ point}} = \frac{G_c G_v G_p}{1 + G_c G_v G_p H}$$

Partiendo de un controlador de acción proporcional:

$$G_c = K_c$$

$$\frac{h(s)}{h_{set\ point}} = \frac{4.17K_c(s + 1)}{0.05s^3 + 2.0025s^2 + 20.1s + (1 + 4.17K_c)}$$

La Ecuación Característica es:

$$0.05s^3 + 2.0025s^2 + 20.1s + (1 + 4.17K_c) = 0$$

MÉTODO DE ROUTH

s^3	0.05	20.1
s^2	2.0025	1+4.17Kc
s^1	20.075-0.104Kc	0
s^0	1+4.17Kc	0

$$1 + 4.17K_c > 0 \rightarrow K_c > -0.24$$

$$20.075 - 0.104K_c > 0 \rightarrow K_c < 192.8$$

MÉTODO DE SUSTITUCIÓN DIRECTA

$$0.05(i\omega_u)^3 + 2.0025(i\omega_u)^2 + 20.1(i\omega_u) + (1 + 4.17K_{cu}) = 0$$

$$-0.05\omega_u^3 + 20.1\omega_u = 0 \rightarrow \omega_u = 20.05 \text{ rad/min}$$

$$-2.0025\omega_u^2 + 1 + 4.17K_{cu} = 0 \rightarrow K_{cu} = 192.8$$

MÉTODO DE RESPUESTA EN FRECUENCIA

Diagrama de Bode

Ingresando un $K_c < K_{cu}$, por ejemplo $K_c = 96.4$:



✓ $MG = 2$

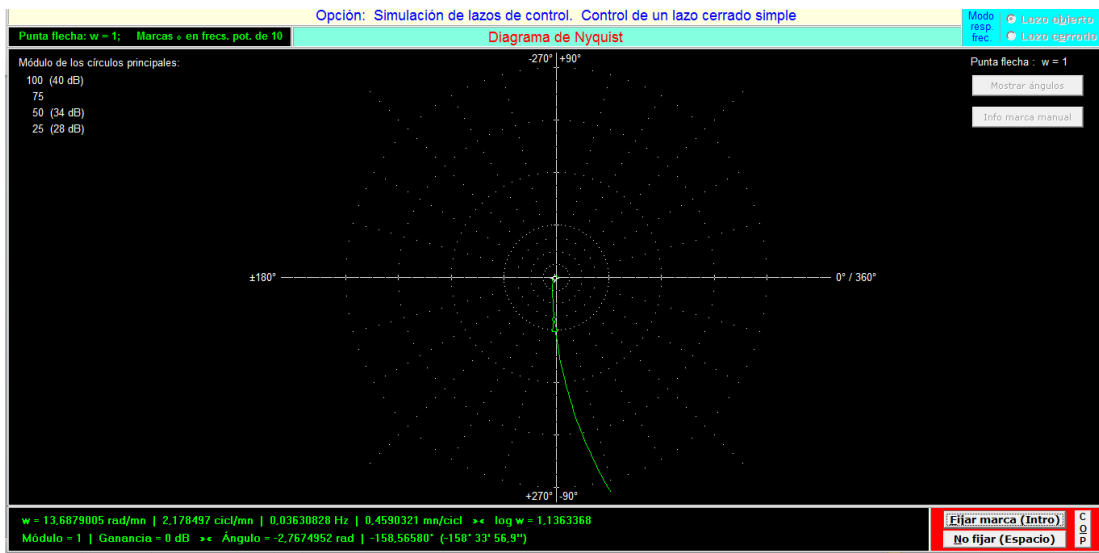
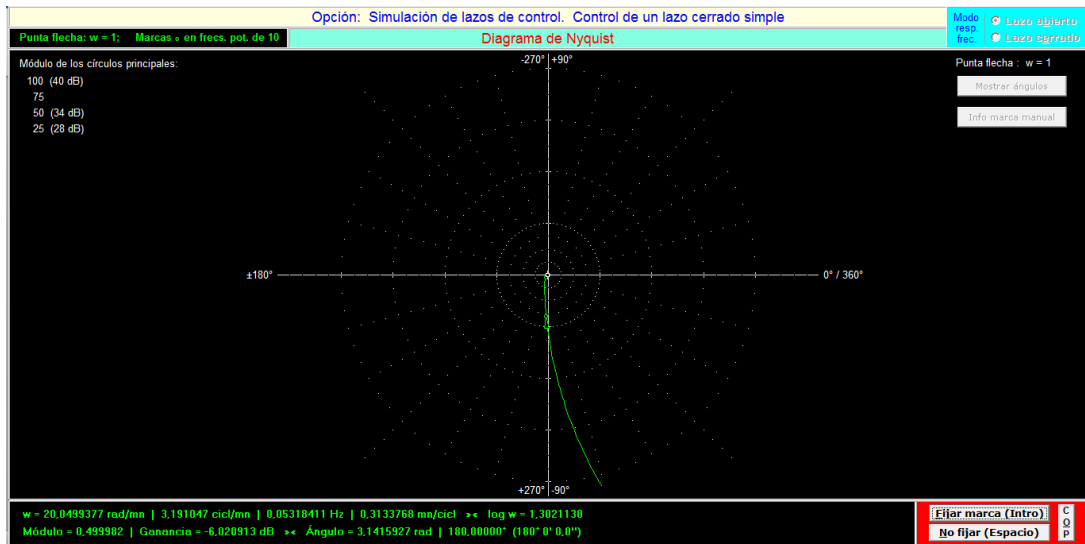


✓ $MF = (180^\circ - 159^\circ) = 21^\circ$

Al ser $MG > 1$ y $MF > 0$, el sistema es estable para $K_c = 96.4$

Además, $MG = K_{cu}/K_c$, por lo tanto, se calcula $K_{cu} = 192.8$

Diagrama de Nyquist



Resumiendo:

- $K_{cu} = 192.8$
- $\omega_u = 20.05 \text{ rad/min}$

4. Simulación en ControlP

CONTROLADOR PROPORCIONAL

Parámetros ingresados:

CONTROLADOR (C-1) P+D Ganancia, G = 96,4 Tiempo derivativo, Td = 0 Consigna, C = 80 Consigna anterior, Ca = 80	VÁVULA (V-1) Retardo de primer orden Constante de tiempo, T = 0,05 Ganancia, K = 1	PERTURBACIÓN-V (U-v) Ganancia, K = 1 Entrada actual (carga), U = 0 Entrada anterior, Ua = 0 Tiempo de espera (seg.) = 0
PROCESO-1 (P-1) Retardo de primer orden Constante de tiempo, T = 20 Ganancia, K = 4,17 Valor de base entrada, Be = 50 Valor de base salida, Bs = 50	MEDIDOR-1 (M-1) Retardo de primer orden Constante de tiempo, T = 0,05 Ganancia, K = 1 Elevac./Supres. de cero, Z = 0	PERTURBACIÓN-1 (U-1) Retardo de primer orden Constante de tiempo, T = 20 Ganancia, K = 5610 Entrada actual (carga), U = 0 Entrada anterior, Ua = 0 Tiempo de espera (seg.) = 60
PROCESO-2 (P-2) Ganancia, K = 1 Valor de base entrada, Be = 0 Valor de base salida, Bs = 0	MEDIDOR-2 (M-2) Ganancia, K = 1 Elevac./Supres. de cero, Z = 0	PERTURBACIÓN-2 (U-2) Ganancia, K = 1 Entrada actual (carga), U = 0 Entrada anterior, Ua = 0 Tiempo de espera (seg.) = 0
PROCESO-3 (P-3) Ganancia, K = 1 Valor de base entrada, Be = 0 Valor de base salida, Bs = 0	Duración de la respuesta temporal 5 mn.	PERTURBACIÓN-3 (U-3) Ganancia, K = 1 Entrada actual (carga), U = 0 Entrada anterior, Ua = 0 Tiempo de espera (seg.) = 0

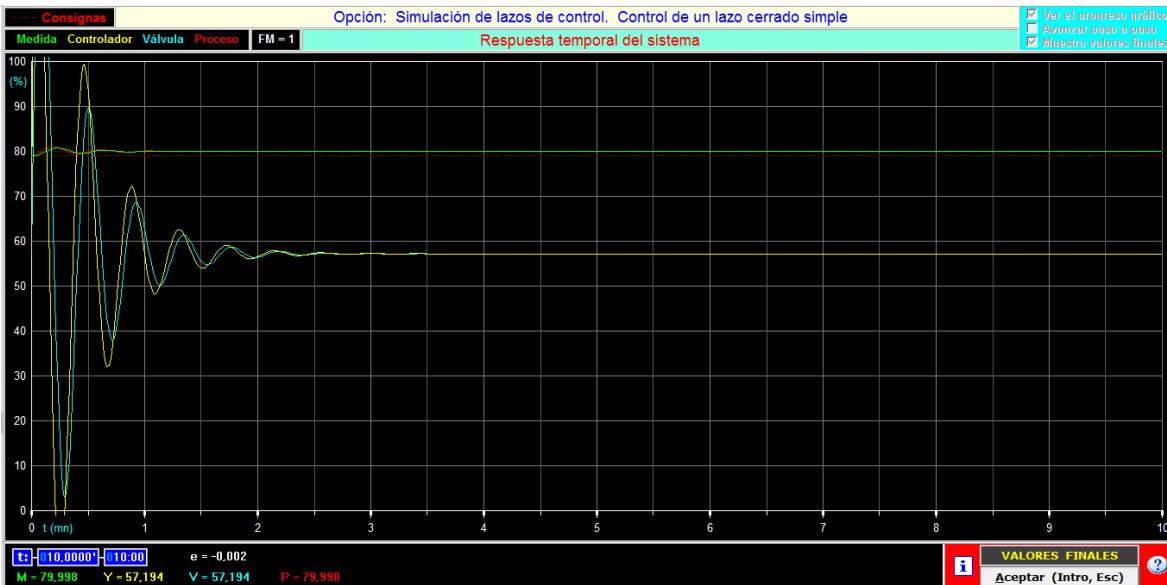
ESCALAS: Módulo | Ganancia: 0 .. 2 | -6 .. +6 dB Ángulo: -180° .. +180° Frecuencia: -3 .. +2 (log w) | 0,001 .. 100 rad/mn.

A. Simulación Cambio de SetPoint

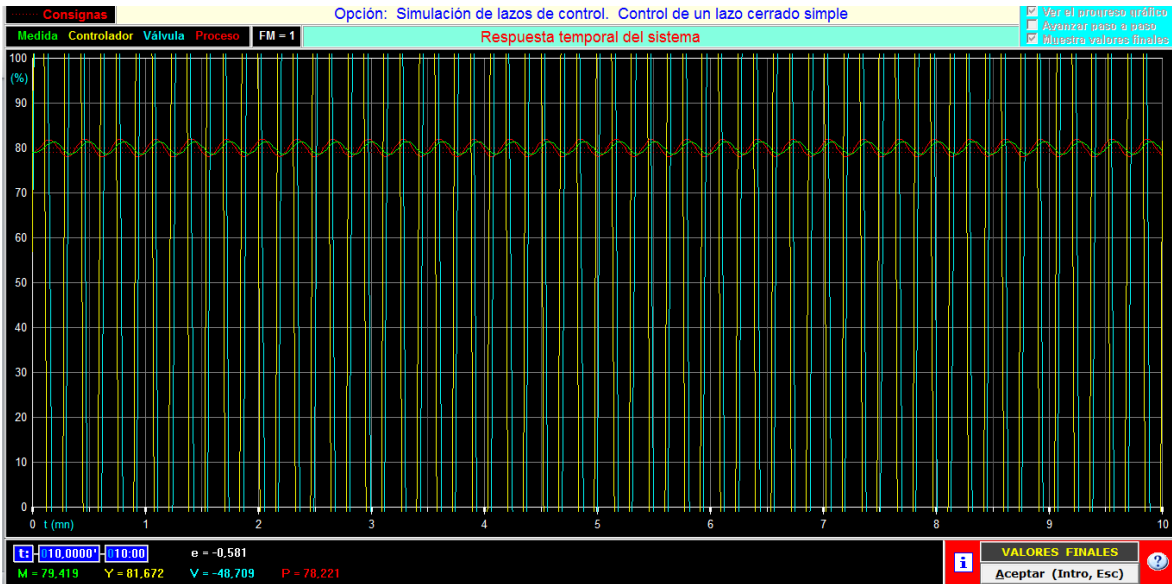
Consigna: 80

Consigna Anterior: 79

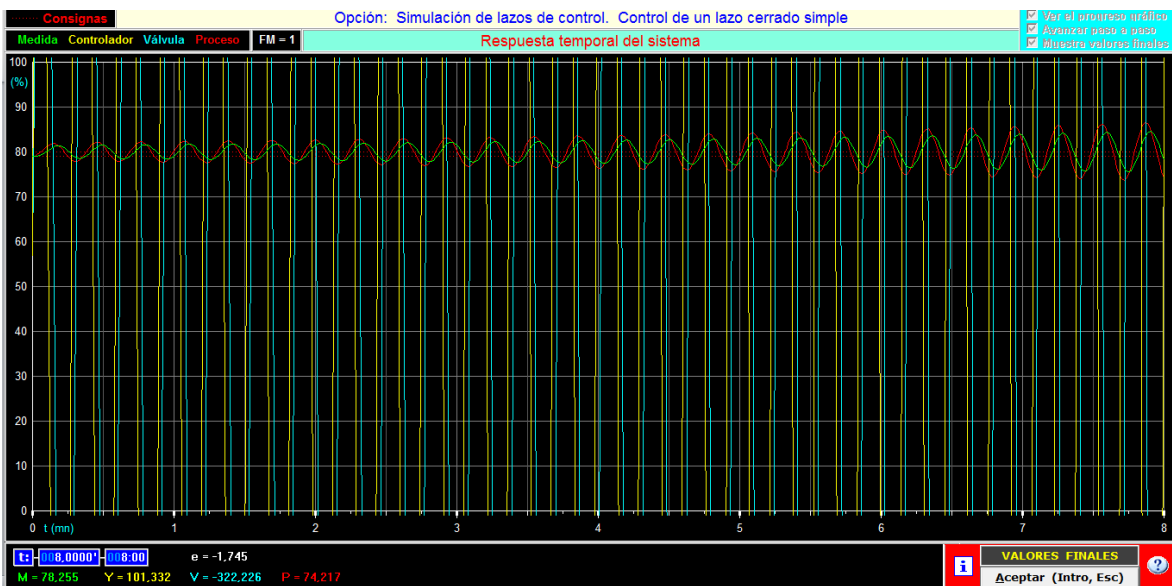
1. $K_c = K_{cu}/2 = 96.4 \longrightarrow$ Estable



2. $K_c = K_{cu} = 192.8 \rightarrow$ Marginalmente Estable



3. $K_c > K_{cu} \rightarrow$ Inestable



En todos los casos, se observa un error permanente, al ser un controlador proporcional.

CONTROLADOR PROPORCIONAL – INTEGRAL - DERIVATIVO

Según Ziegler-Nichols

Controlador PID		
Kp	Ti	Td
0.6Kcu = 115.68	Tu/2 = 0.157min	Tu/8 = 0.039min

Parámetros ingresados:

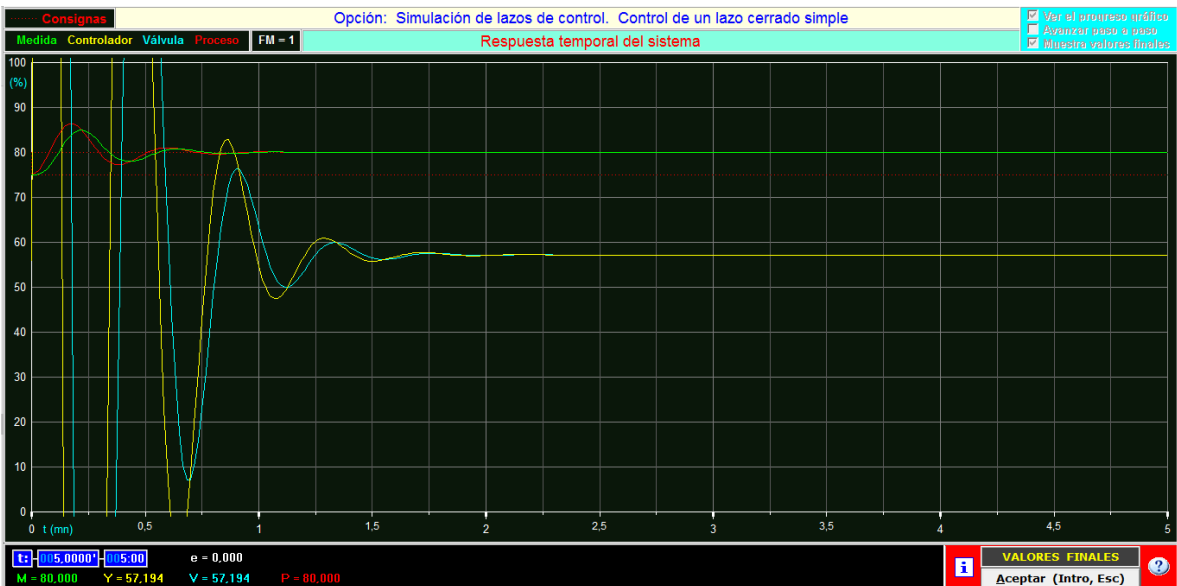
CONTROLADOR (C-1) P+I+D Ganancia, G = 115.68 Tiempo integral, Ti = 0.1567 Tiempo derivativo, Td = 0.039 Consigna, C = 80 Consigna anterior, Ca = 80	VÁVULA (V-1) Retardo de primer orden Constante de tiempo, T = 0.05 Ganancia, K = 1	PERTURBACIÓN-V (U-v) Ganancia Ganancia, K = 1 Entrada actual (carga), U = 0 Entrada anterior, Ua = 0 Tiempo de espera (seg) = 0
PROCESO-1 (P-1) Retardo de primer orden Constante de tiempo, T = 20 Ganancia, K = 4.17 Valor de base entrada, Be = 50 Valor de base salida, Bs = 50	MEDIDOR-1 (M-1) Retardo de primer orden Constante de tiempo, T = 0.05 Ganancia, K = 1 Elevac./Supres. de cero, Z = 0	PERTURBACIÓN-1 (U-1) Retardo de primer orden Constante de tiempo, T = 20 Ganancia, K = 5610 Entrada actual (carga), U = 0.01 Entrada anterior, Ua = 0 Tiempo de espera (seg) = 60
PROCESO-2 (P-2) Ganancia Ganancia, K = 1 Valor de base entrada, Be = 0 Valor de base salida, Bs = 0	MEDIDOR-2 (M-2) Ganancia Ganancia, K = 1 Elevac./Supres. de cero, Z = 0	PERTURBACIÓN-2 (U-2) Ganancia Ganancia, K = 1 Entrada actual (carga), U = 0 Entrada anterior, Ua = 0 Tiempo de espera (seg) = 0
PROCESO-3 (P-3) Ganancia Ganancia, K = 1 Valor de base entrada, Be = 0 Valor de base salida, Bs = 0	Duración de la respuesta temporal 5 mn. Tiempos programac. rampas (mn.) t1 = 0.5 t2 = 1 t3 = 3 t4 = 3.5 Bloque asignado a rampas (Ninguno)	PERTURBACIÓN-3 (U-3) Ganancia Ganancia, K = 1 Entrada actual (carga), U = 0 Entrada anterior, Ua = 0 Tiempo de espera (seg) = 0

ESCALAS: Módulo | Ganancia: 0 .. 100 | -40 .. +40 dB | Ángulo: -180° .. +180° | Frecuencia: -3 .. +2 (log w) | 0.001 .. 100 rad/mn.

A. Simulación Cambio de SetPoint

Consigna: 80

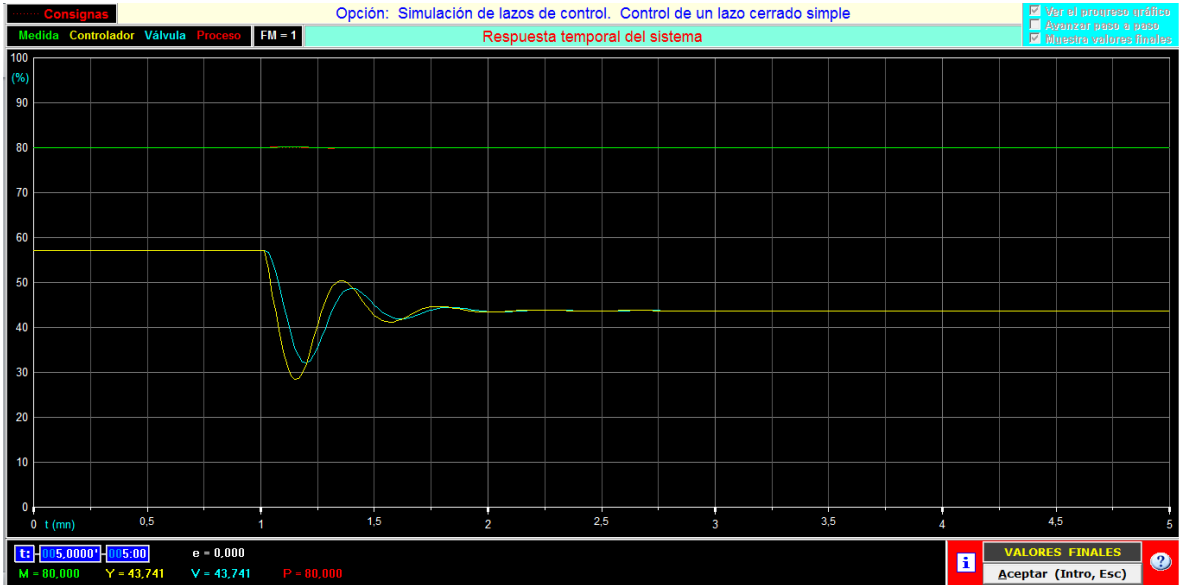
Consigna Anterior: 75



B. Simulación Perturbación:

Entrada Actual: 0.01

Entrada Anterior: 0



Al ser un controlador PID, se logra eliminar el error permanente, a la vez que se logra el control más rápido que en el caso del controlador P.

DISEÑO DEL REACTOR TANQUE AGITADO CONTINUO

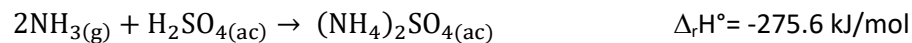
INTRODUCCIÓN

Se trata de uno de los equipos principales del proceso, donde se lleva a cabo la síntesis de sulfato de amonio a partir de las materias primas.

Al reactor, que cuenta con agitación mecánica y encamisado, ingresan 3 corrientes materiales: la primera compuesta por ácido sulfúrico puro, la segunda por amoníaco puro, y la tercera un reciclo de agua, ácido y sulfato proveniente de la torre de absorción.

El reactor opera a 110°C y 1bar de presión absoluta.

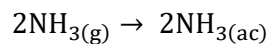
La reacción es la siguiente:



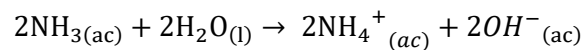
Se trata de una reacción de neutralización instantánea y altamente exotérmica.

Los pasos de reacción son:

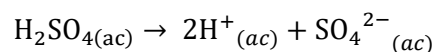
1. Disolución del amoníaco gaseoso en el líquido



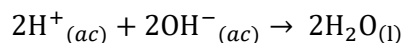
2. Formación del catión amonio



3. Disociación del ácido sulfúrico



4. Neutralización



Al considerar el modelo de mezcla completa, en todo punto y a todo momento la composición de la masa reaccionante es igual a la de la corriente de salida de producto: una mezcla de solución ácida saturada en sulfato de amonio, y sulfato en suspensión.

También egresa por el tope una mezcla de vapor de agua y amoníaco sin reaccionar.

El Balance de Masa es el siguiente:

$$\sum m_i \text{ salida} - \sum m_i \text{ entrada} = 0$$

Corriente	Entradas			Salidas	
	2	3	24	4	5
T (°C)	25,0	25,0	91,8	98,4	110,8
P (bar)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Fracción Vapor	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Caudal Másico (kg/h)	2075,1	860,2	4544,4	2173,3	5306,5
Fracción Másica					
H2SO4	0,97	0,00	0,08	0,00	0,05
NH3	0,00	1,00	0,00	0,06	0,00
H2O	0,03	0,00	0,75	0,94	0,27
(NH4)2SO4	0,00	0,00	0,16	0,00	0,68

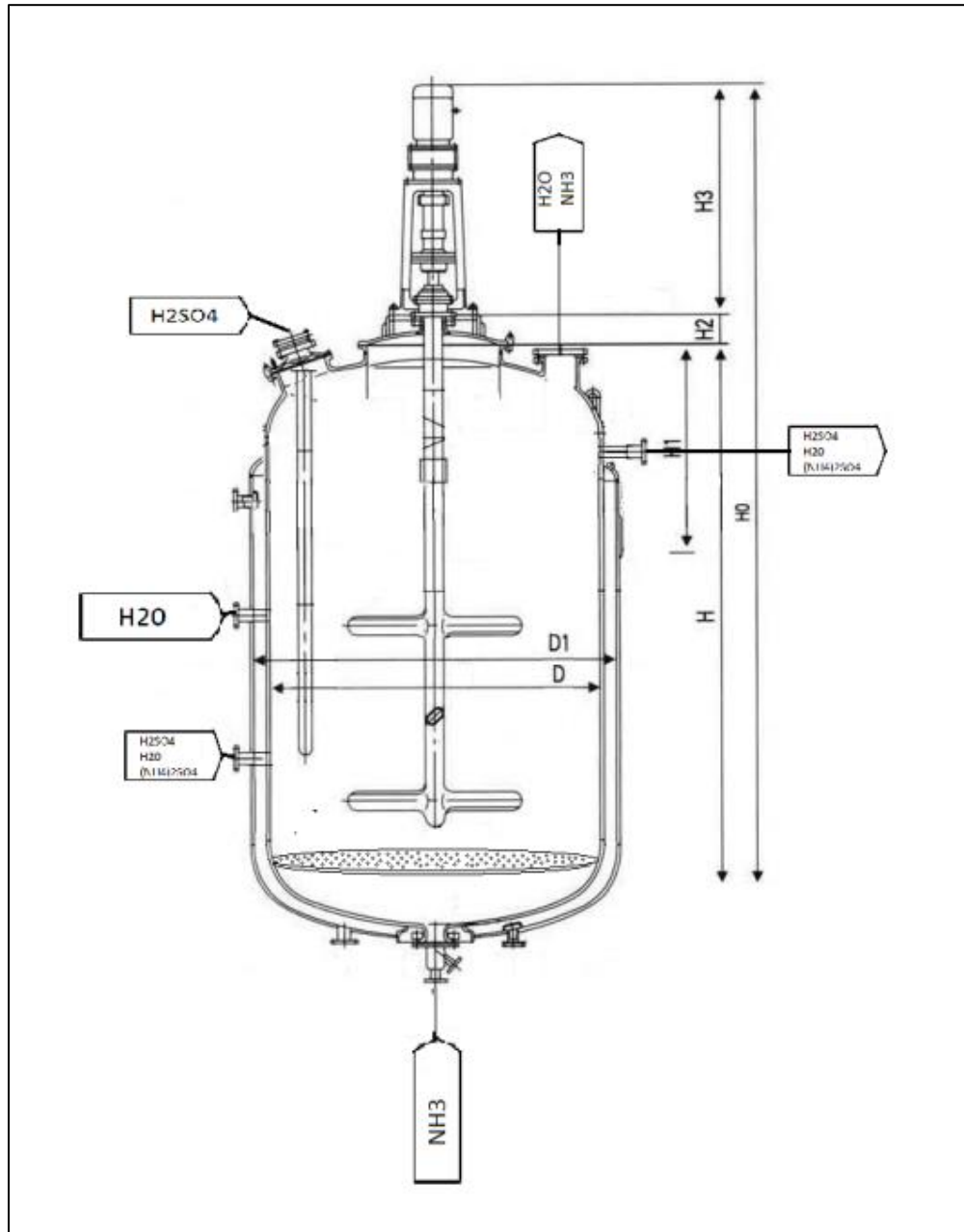
El Balance de Energía es el siguiente:

$$\sum n_i \text{ salida} \times H_i \text{ salida} + Q_{\text{camisa}} - \sum n_i \text{ entrada} \times H_i \text{ entrada} = 0$$

Corriente	Entradas			Salidas		
	2	3	24	4	5	Q
Caudales Molares (mol/h)						
H2SO4	20454,5	-	3763,6	-	2516,4	-
NH3	-	50600,0	-	7196,4	-	-
H2O	3919,6	-	190576,9	113939,7	80556,8	-
(NH4)2SO4	-	-	5645,5	-	27347,3	-
Entalpías (kJ/mol)						
H2SO4	-811,3	-	-801,4	-	-798,5	-
NH3	-	-46,2	-	-43,5	-	-
H2O	-285,8	-	-280,8	-237,0	-279,4	-
(NH4)2SO4	-	-	-1164,9	-	-1160,8	-
Flujo Calórico (kJ/h)						842833

El diseño arrojó los siguientes parámetros principales:

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
<i>T</i>	Temperatura operativa	110	°C
<i>P</i>	Presión Operativa	1	bar
<i>V</i>	Volumen Real	1,42	m ³
<i>H</i>	Altura Total	1,72	m
<i>D</i>	Diámetro del reactor	1,22	m
<i>P</i>	Potencia de Agitación	2,7	HP



DATOS DE PARTIDA

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
T	Temperatura operativa	110	°C
P	Presión Operativa	1	bar
m	Caudal másico de salida	1,472	kg/s
ρ	Densidad media	1460	kg/m ³
μ	Viscosidad dinámica	0,003	Pa·s
ν	Viscosidad cinemática	2,05E-06	m ² /s
ρ_L	Densidad del líquido	1300	kg/m ³
ρ_S	Densidad del sólido	1770	kg/m ³
%SS	Sólidos en suspensión	36	%
Dp	Diámetro medio de partícula	0,001	m

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL REACTOR

Para hallar el volumen de masa reaccionante, se debe considerar la cinética de reacción. El proceso global se compone de las siguientes etapas:

- Difusión del amoníaco en la película gaseosa.
- Difusión del amoníaco en la película líquida.
- Difusión del ácido en la película líquida.
- Reacción en el plano de contacto.

Al ser amoníaco puro, la película gaseosa no representa una resistencia a la difusión.

Al ser la concentración de ácido elevada, la película líquida no representa una resistencia a la difusión.

El plano de contacto se traslada a la interfase. No hay difusión de amoníaco en el líquido.

La velocidad específica de reacción es lo suficientemente grande para considerarla instantánea.

Por lo tanto, al no haber etapa controlante para la reacción, se lo considera únicamente como un tanque de mezcla para determinar el volumen del reactor. Se pone especial atención al diseño del agitador y del encamisado.

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Q	Caudal volumétrico de salida	1,01E-03	m ³ /s
τ	Tiempo de residencia	1200	s
V	Volumen operativo	1,210	m ³
	$V = Q \times \tau$		
f	Factor de corrección de volumen	0,85	

V	Volumen Real	1,42
	$V = 1/3 \times \pi \times D^3$	
D	Diámetro de reactor	1,22 m
H	Nivel operativo	1,22 m

SELECCIÓN Y DISEÑO DEL AGITADOR

Se seleccionó un agitador de turbina doble, con una velocidad de agitación de 150rpm y un consumo de potencia de 2,7HP. También se considera un tanque con 4 baffles, con inclinación de 45°, para evitar la formación de vórtices y favorecer la turbulencia.

Para esta elección se tomó en cuenta los siguientes requerimientos y condiciones:

- Necesidad de mezcla homogénea.
- Presencia de sólidos en suspensión.
- Viscosidad de la masa reaccionante baja.
- Mayor simplicidad y menor costo económico posible.

Los parámetros se detallan a continuación.

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Dt	Diámetro de reactor	1,22	m
Da	Diámetro de la turbina	0,41	m
	$Dt/Da = 3$		
E	Separación del fondo del tanque	0,30	m
	$Dt/E = 4$		
W	Alto de la pala	0,08	m
	$Dt/W = 5$		
G	Separación entre ambos agitadores	0,41	m
	$Dt/G = 3$		
H	Largo de los deflectores	1,22	m
	$Dt/H = 1$		
J	Ancho de los deflectores	0,10	m
	$Dt/J = 12$		
C	Claro del deflector	0,05	m
	$Dt/C = 24$		
θ	Inclinación de Deflectores	45	°
v	Velocidad de agitación	150	rpm
S	Constante	11,5	
B	Porcentaje sólidos en suspensión	36	%
vc	Velocidad crítica del agitador	283	rpm

N_{Re}	Reynolds	2,01E+05
	$N_{Re} = \frac{v \times Da \times \rho}{\mu}$	
N_P	Número de potencia	4
	$N_P = \frac{P}{\rho \times n^3 \times Da^5}$	
P	Potencia de agitación	2023,7 W
P	Potencia de agitación	2,7 HP
P/V	Potencia por unidad de volumen	2,22 HP/m3
ε	Eficiencia del motor	0,7
P_M	Potencia de motor	3,8 HP

DISEÑO CAMISA

La reacción de neutralización es altamente exotérmica, así como la dilución del ácido. Por lo tanto, se genera una gran cantidad de calor durante la operación.

Si bien la mayor parte de calor se extrae por medio de la evaporación de agua, el reactor cuenta con una camisa por la cual circula agua de enfriamiento, para poder tener un control sobre la temperatura interna del equipo.

Se realizó el siguiente desarrollo:

Variable	Descripción	Valor	Unidad
D	Diámetro camisa	1,32	m
N_{Re}	Reynolds	2,01E+05	
j	Número J	1000	
cp	Calor específico de la mezcla	2,25	kJ/kg K
k	Conductividad térmica de la mezcla	0,7	W/m K
Pr	Número de Prandtl	9,6	
hj	Coefficiente de transferencia interno	1221,9937	W/m2 K
ho	Coefficiente de transferencia camisa	850	W/m2 K
Rd	Factor de ensuciamiento	2,50E-08	m2 K/W
Ud	Coefficiente global de transferencia	501,3	W/m2 K
A	Área de intercambio	5,8	m2
ΔT_v	Diferencia de Temperaturas	80	°C
Q	Calor intercambiado	842833	kJ/h
W	Caudal de agua de enfriamiento	20163	kg/h

DISEÑO DEL DISTRIBUIDOR DE GAS

Para la entrada y distribución del amoniaco, se consideró un plato perforado.

El amoniaco, que en la cañería transportadora se encuentra en estado líquido, expande al llegar al reactor, debido a una brusca disminución de la presión.

El amoniaco gaseoso se distribuye en burbujas finas al atravesar el plato perforado.

El diseño es el siguiente:

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
<i>D_P</i>	Diámetro Plato	1,22	m
<i>A_P</i>	Área del Plato	1,17	m ²
<i>n</i>	Número de orificios	3600	
<i>P</i>	Paso	5	mm
	Arreglo	Triangular	
<i>D_o</i>	Diámetro Orificio	5	mm
<i>A_o</i>	Área de flujo	0,071	m ²
<i>A_o/A_P</i>	Relación Áreas	0,061	
<i>G</i>	Caudal másico de gas	0,119	kg/s
<i>ρ_G</i>	Densidad	0,537	kg/m ³
<i>μ_G</i>	Viscosidad	1,10E-04	Pa·s
<i>v_o</i>	Velocidad a través del orificio	3,1	m/s
<i>Re</i>	Reynolds a través del orificio	7,68E+04	
	$Re_o = \frac{v_o \times d_o \times \rho_G}{\mu_G}$		
<i>K_P</i>	Coefficiente de fricción	1,4	
	$K_P = 0,5 \times \left(1 - \frac{A_o}{A_P}\right) + \left(1 - \frac{A_o}{A_P}\right)^2$		
<i>ΔP</i>	Caída de presión a través del plato	3,6	Pa
	$\Delta P = 1/2 \times K_P \times \rho_G \times v_o^2$		
<i>σ</i>	Tensión superficial	0,065	N/m
<i>dp</i>	Diámetro burbuja	5,34	mm
	$dp = \left[\frac{6 \times D_o \times \sigma}{g \times (\rho_L - \rho_G)} \right]^{1/3}$		

SELECCIÓN DE MATERIAL

El material de construcción del reactor será acero inoxidable 316 o 316L.

Descripción: El acero inoxidable Tipo 316 es un acero inoxidable de cromo níquel austenítico que contiene molibdeno. Esta adición aumenta la resistencia a la corrosión general, mejora la resistencia a picaduras de soluciones de iones de cloruro y proporciona mayor resistencia a temperaturas elevadas. Las propiedades son similares a las del Tipo 304, excepto que esta aleación es un poco más sólida a temperaturas elevadas. La resistencia a la corrosión es mejor, particularmente contra ácidos sulfúrico, hidrociorhídrico, acético, fórmico y tartárico; sulfatos ácidos y cloruros alcalinos. El acero inoxidable del Tipo 316L es una versión de carbón extra bajo del Tipo 316 que minimiza la precipitación de carburos perjudiciales en la zona afectada por el calor durante la soldadura.

DISEÑO ESPESORES Y CABEZALES

Datos de partida

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Ph	Presión hidrostática	0,18	bar
Pop	Presión operación	1,18	bar
P1	Presión de diseño $P1 = 1,1 \times Pop$	1,298	bar
P2	Presión de diseño $P2 = 1 + Pop$	2,18	bar
Td	Temperatura de diseño $Tdiseño = Top + 20^{\circ}C$	130	°C
L	Diámetro del tanque	1219	mm
H	Altura del tanque	1219	mm
L/r		0,1	
M		1,54	
Pt	Presión de diseño	2,18	bar
S	Esfuerzo del material	1100	bar
E	Factor de soldadura	0,85	
C.A	Tolerancia de corrosión	2	mm

El tipo de cabezal seleccionado es *toriesférico*.

Espesor del cuerpo del reactor

Para calcular el espesor del cilindro, se utiliza el código ASME para recipientes.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
tc	Espesor del cuerpo	5	mm
	$t_c = \left[\frac{P_t \times L}{S \times E - 0,6P_t} + C.A \right]$		
Dext	Diámetro exterior del reactor	1230	mm
	$D_{ext} = D_{int} + 2 \times t_c$		

Espesor de cabezal superior y fondo interior

Se calculará a partir del código ASME. La siguiente Figura 11.3.1 muestra los parámetros para el cálculo del cabezal según el código ASME.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
L/r	Parámetro Gráfico	10	
M	Parámetro Gráfico	1,54	
tcab	Espesor cabezales	5	mm
	$t_{cab} = 1,1 \times \left[\frac{P_t \times L \times M}{2S \times E - 0,2P_t} + C.A \right]$		
Dint,cab	Diámetro interno de cabezales	1219	mm
Dext,cab	Diámetro externo de cabezales	1230	mm
	$D_{ext} = D_{int} + 2 \times t_{cab}$		

El espesor estándar de chapa en Europa es de 5 mm. Para que el diseño, montaje y mantenimiento sea más fácil y con el objetivo de aminorar costos, se decide utilizar un mismo grosor de chapa para todo el diseño, utilizando el espesor más grande entre el cabezal y el cilindro, el de 5 mm.

Altura del reactor y cabezal

Variable	Descripción	Valor	Unidad
DH	Parámetro de calculo	234	mm
	$DH = 0,1935 \times Dt - 0,455 \times tcab$		
SF	Parámetro de calculo	16	mm
	$SF = 3,5 \times tcab$		
Hcab	Altura de cabezales	250	mm
	$H_{cab} = DH + SF$		
Htot	Altura total	1720	mm
	$H_{tot} = H + 2 \times H_{cab}$		

Espesor del cilindro de la chaqueta

Variable	Descripción	Valor	Unidad
A	Factor A	0,00093	
D₀	Diámetro interno de chaqueta	1330	mm
t	Esfuerzo del material	5	mm
H	Factor de soldadura	1220	mm
H/ D₀	Relación H/ D ₀	0,92	
D₀/t	Relación gráfica	266	
B	Factor B	9800	
Pa	Presión admisible	2,59	bar
	$Pa = \frac{B}{Ro/t}$		

Como la máxima presión externa admisible es mayor que la presión externa de diseño, el espesor calculado es adecuado.

Espesor del fondo exterior

Variable	Descripción	Valor	Unidad
L	Diámetro del tanque	1220	mm
r	10% de L	122	mm
L/r	Relación entre L y r	10	
Pt	Presión en el tanque	1,5	bar
S	Esfuerzo del material	1100	bar
E	Factor de soldadura	0,85	
M	Factor tomado de tabla	1,54	
C.A	Tolerancia de corrosión	2	mm
t	Espesor del fondo toriesférico	3,51	mm
	$t = \left(\frac{Pt \cdot L \cdot M}{2 \cdot S \cdot E - 0,2 \cdot Pt} \right) + C.A$		

Se considera un espesor de 5mm.

Verificación Espesor por Presiones Externas

1. Cálculo del espesor del cilindro del reactor por presión camisa

Variable	Descripción	Valor	Unidad
P	Presión en camisa	1,5	bar
R_e	Radio interno de la camisa	665	mm
S	Esfuerzo del material	1100	bar
E	Factor de soldadura	0,85	
C.A	Tolerancia de corrosión	2	mm
tce	Espesor del cuerpo del cilindro	5	mm
tc	Espesor del cilindro enchaquetado	3,07	mm
$tc = \left(\frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0,6 \cdot P} \right) + C \cdot A$			

El espesor necesario según presión *operativa* de la camisa es menor al especificado para el reactor según presión interna *de diseño*. Por lo tanto, se da por verificado el correcto espesor del cuerpo del reactor.

2. Cálculo del espesor por presión encamisado del fondo toriesférico

Variable	Descripción	Valor	Unidad
t	Espesor del fondo toriesférico	5	mm
R₀	Radio externo del reactor	615	mm
P	Presión operativa	1,5	bar
A	Factor A	0,001	
$A = \frac{0,125}{R_0/t}$			
B	Factor B se obtiene por gráfica	8000	
Pa	Presión admisible	2,29	bar
$Pa = \frac{B}{R_0/t}$			

La presión admisible es superior a la presión operativa.

3. Cálculo del espesor por presión externa del cabezal toriesférico

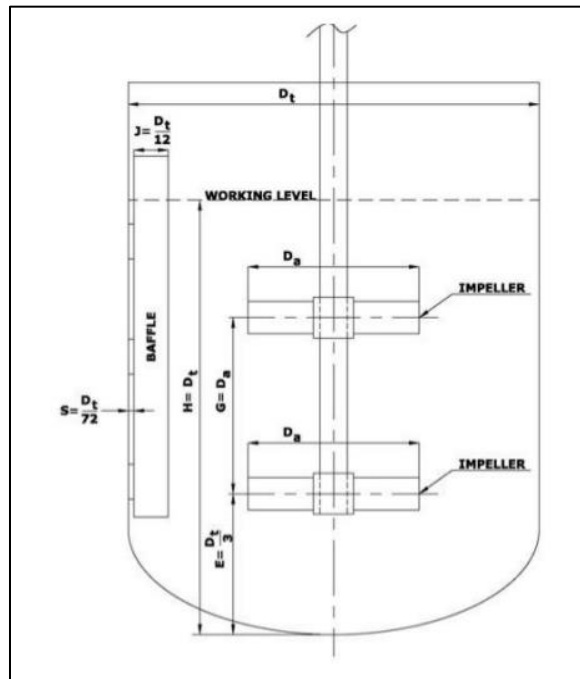
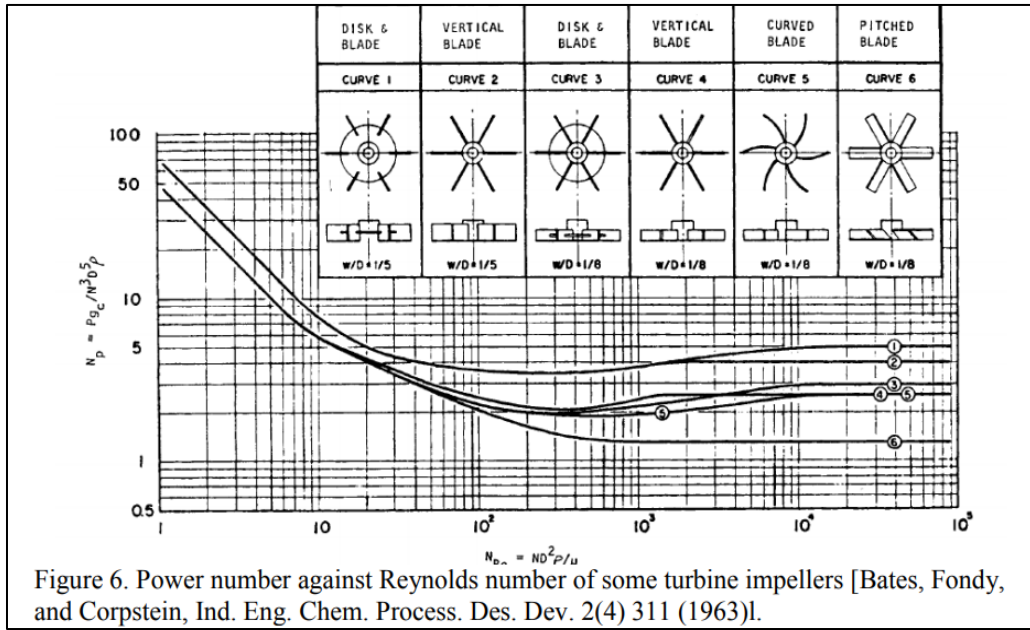
Variable	Descripción	Valor	Unidad
t_{cab}	Espesor del cabezal	5	mm
P	Presión de Operación	1	bar
R₀	Diámetro externo del reactor	615	mm
A	Factor A	0,001	
	$A = \frac{0,125}{R_0/t}$		
B	Factor B	8000	
P_a	Presión admisible	4,57	bar
	$P_a = \frac{B}{R_0/t}$		

Como la máxima presión externa admisible es mayor que la presión externa de diseño, el espesor calculado es adecuado.

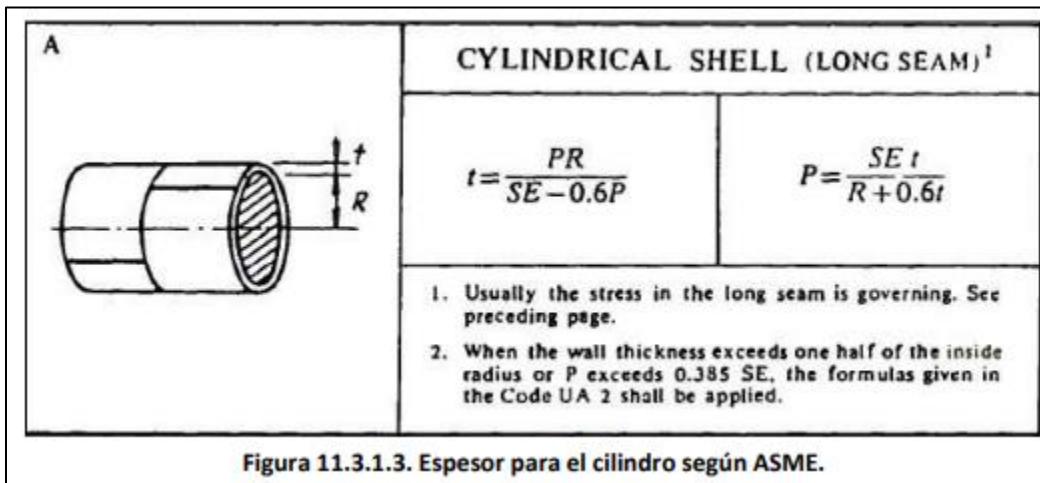
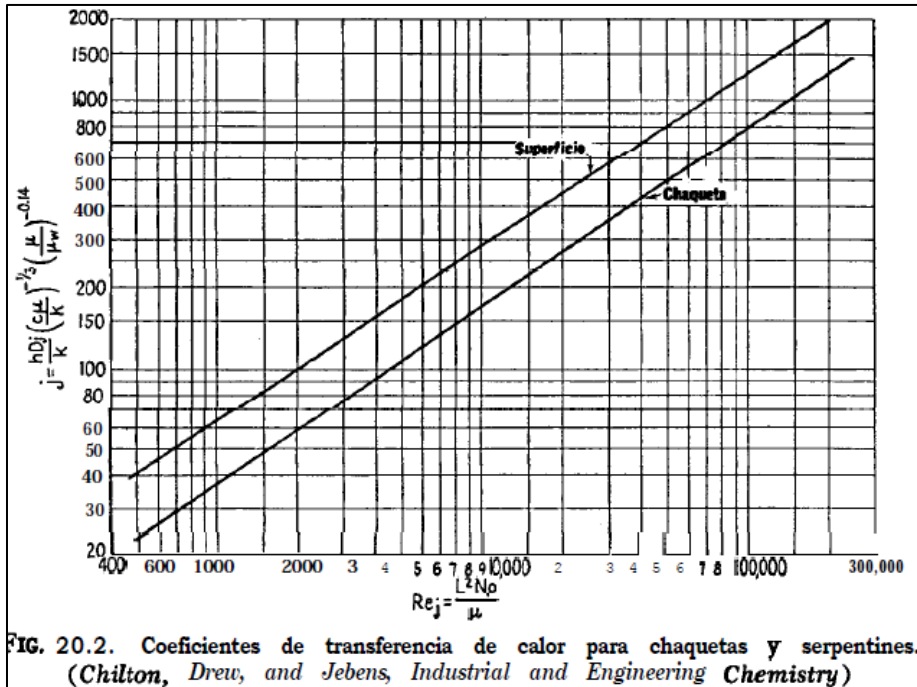
4. Cálculo por Presión Externa del Fondo Toriesférico del enchaquetado

Variable	Descripción	Valor	Unidad
R₀	Radio externo de la chaqueta	670	mm
A	Factor A	0,000933	
B	Factor B	9000	
P_a	Presión admisible	2,3	bar
	$P_a = \frac{B}{R_0/t}$		

Como la máxima presión externa admisible es mayor que la presión externa de diseño, el espesor calculado es adecuado.



Factores de forma para el diseño del agitador



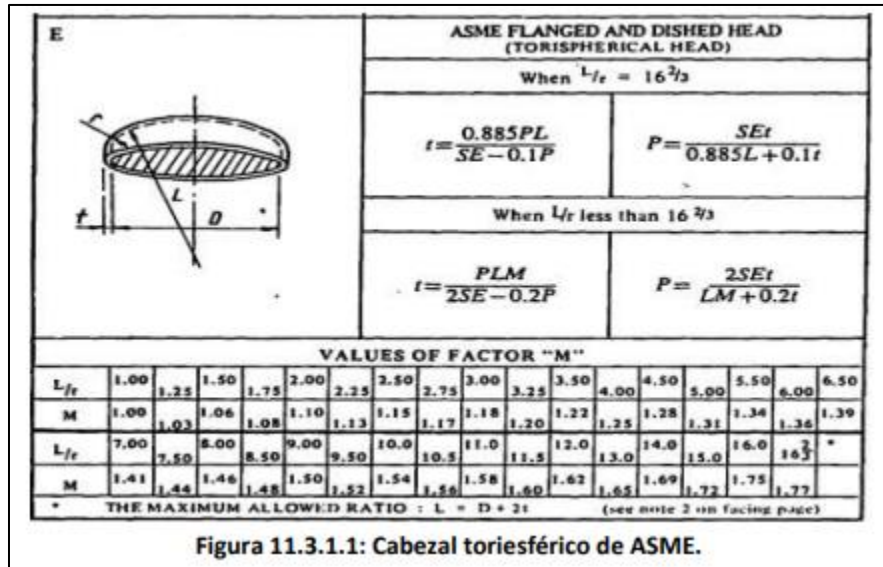


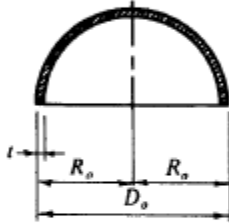
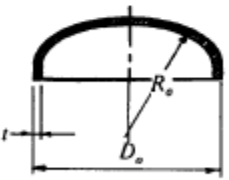
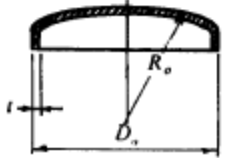
Figura 11.3.1.1: Cabezal toriesférico de ASME.

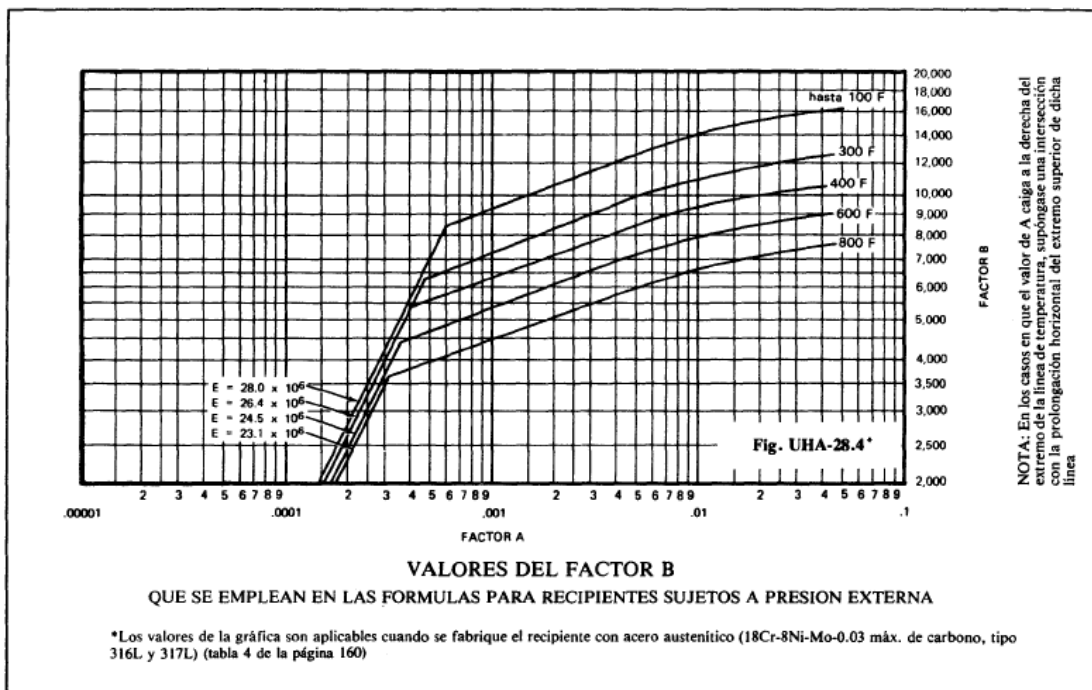
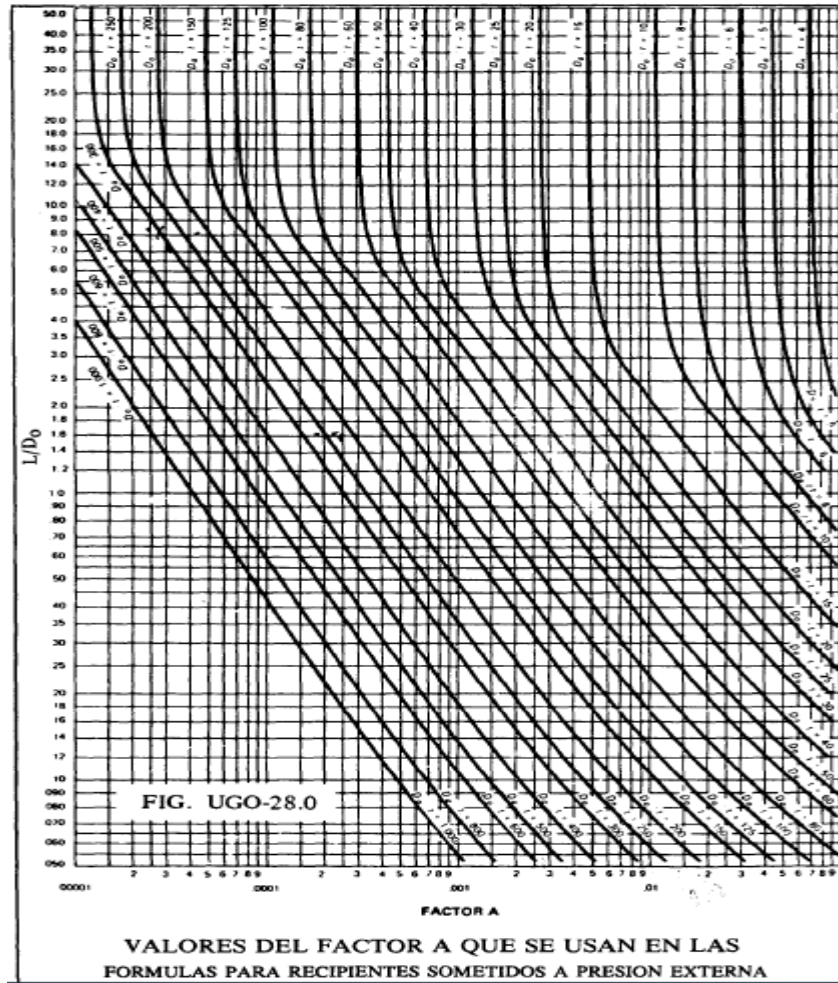
MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES IN TENSION FOR HIGH-ALLOY STEEL
 (CAUTION: See UW-12 for vessels constructed under part UW)

Maximum Allowable Stress, ksi (Multiply by 1000 to Obtain psi),
 for Metal Temp., °F, Not Exceeding

Specification		Maximum Allowable Stress, ksi (Multiply by 1000 to Obtain psi), for Metal Temp., °F, Not Exceeding													
Number	Grade	-20 to 100	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	
SA-240	304	18.8	17.8	16.6	16.2	15.9	15.9	15.9	15.9	15.5	15.2	14.9	14.7	14.4	
SA-240	304L	15.7	15.7	15.3	14.7	14.4	14	13.7	13.5	13.3	13	—	—	—	
SA-240	316	18.8	18.8	18.4	18.1	18.0	17.0	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	
SA-240	316L	15.7	15.7	15.7	15.5	14.4	13.5	13.2	12.9	12.6	12.4	12.1	—	—	

Figura 11.3.1.2: Tensión máxima admisible en función de la temperatura para el acero inoxidable.

PRESION EXTERNA	
FORMULAS	
<p>NOTACION</p> <p>P = Presión externa de diseño, lb/pulg² manom. P_a = Presión máxima de trabajo permitida, lb/pulg² manom. D_o = Diámetro exterior de la cabeza, pulg. R_o = Radio exterior de la esfera o cabeza hemisférica, $0.9 D_o$ para cabezas elipsoidales, radio por dentro de la corona de las cabezas bridadas y abombadas, pulg. t = Espesor mínimo requerido de pared, pulgadas. E = Módulo de elasticidad del material, lb/pulg² (página 41)</p>	
	ESFERA Y CABEZA HEMISFERICA
	<p>Presión máxima permitida: $P_a = \frac{B}{(R_o/t)}$</p> <p>El valor de B se determina por el siguiente procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> Suponga un valor para t y calcule el valor de A usando la fórmula: $A = 0.125/(R_o/t)$ (ver página 47) Con el valor de A entre a la gráfica del material aplicable páginas 41-45). Siga verticalmente hasta la línea de temperatura aplicable.* Desde la intersección, desplácese horizontalmente y lea el valor de B. <p>*Para los valores de A que caigan a la izquierda de la línea de temperatura aplicable, el valor de P_a puede calcularse por la fórmula: $P_a = 0.0625 E/(R_o/t)^2$</p> <p>Si la presión máxima de trabajo permitida P_a, calculada por la fórmula anterior, es menor que la presión de diseño, debe tomarse un valor más grande para t y repetir el procedimiento de cálculo.</p>
	2:1 CABEZA ELIPSOIDAL
	<p>El espesor requerido será el mayor de los siguientes espesores:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) El espesor calculado por las fórmulas dadas para presión interna usando una presión de diseño de 1.67 veces la presión externa y una eficiencia de junta $E = 1.00$. (2) El espesor comprobado por la fórmula $P_a = B/(R_o/t)$ en la cual $R_o = 0.9 D_o$, y B determinada como para la esfera.
	CABEZA ASME BRIDADA Y ALABEADA (CABEZA TORISFERICA)
	<p>El espesor requerido y la presión máxima permitida se calcularán por los procedimientos dados para cabezas elipsoidales. (Ver arriba) R_o máximo = D_o</p>



NOTA: En los casos en que el valor de A caiga a la derecha del extremo de la línea de temperatura, supóngase una intersección con la prolongación horizontal del extremo superior de dicha línea

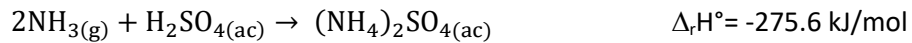
DISEÑO DE TORRE DE ABSORCIÓN REACTIVA

INTRODUCCIÓN

Se trata del equipo necesario para recuperar el amoniaco presente en la corriente de incondensables (aire y amoniaco) de salida del condensador, que proviene de las distintas operaciones de reacción.

La alimentación líquida es una solución diluida de ácido sulfúrico. Por el tope egresa aire con un contenido mínimo de amoniaco, y por el fondo, una solución ácida de sulfato de amonio.

Dentro de la torre no sólo ocurre la absorción de amoniaco en la corriente líquida, sino que a su vez se da la siguiente reacción, a fin de mejorar el rendimiento de la operación y el proceso global:



Se trata de una reacción de neutralización instantánea y altamente exotérmica.

La torre operará a una presión de 1bar, y una temperatura media de 65°C.

El Balance de Masa es el siguiente:

$$\sum m_i \text{ salida} - \sum m_i \text{ entrada} = 0$$

Corriente	Entradas		Salidas	
	20	21	22	23
T (°C)	25,0	80,0	40,0	91,8
P (bar)	1,0	0,9	0,9	1,0
Fracción Vapor	0,0	1,0	1,0	0,0
Caudal Másico (kg/h)	4731,0	579,5	370,9	4939,6
Fracción Másica				
H2SO4	0,21	0,00	0,00	0,08
NH3	0,00	0,40	0,06	0,00
H2O	0,79	0,00	0,00	0,75
(NH4)2SO4	0,00	0,00	0,00	0,16
Aire	0,00	0,60	0,94	0,00

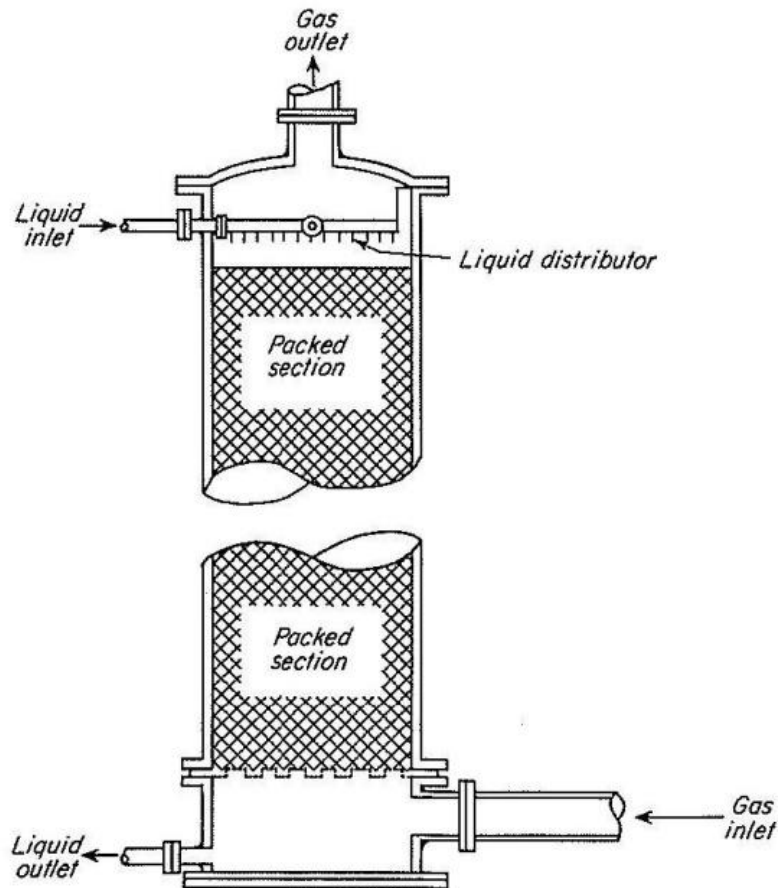
El Balance de Energía es el siguiente:

$$\sum n_i \text{ salida} \times H_i \text{ salida} - \sum n_i \text{ entrada} \times H_i \text{ entrada} = 0$$

Corriente	Entradas		Salidas	
	20	21	22	23
Caudales Molares (mol/h)				
H ₂ SO ₄	10227,3	-	-	4090,9
NH ₃	-	13636,4	1363,6	-
H ₂ O	207148,8	-	-	207148,8
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-	-	6136,4
Entalpías (kJ/mol)				
H ₂ SO ₄	-811,3	-	-	-801,4
NH ₃	-	-44,2	-45,6	-
H ₂ O	-285,8	-	-	-280,8
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-	-	-1164,9

El diseño final se resume en:

Variable	Descripción	Valor	Unidad
D	Diámetro de torre	0.53	m
H	Altura de torre	3.0	m
Tipo de Relleno: Anillo de Raschig 1" de cerámica			



DATOS DE PARTIDA

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
T	Temperatura operativa absorbedor	65	°C
P	Presión operativa absorbedor	1	bar
G	Caudal másico corriente gaseosa	0,157	kg/s
ρ_G	Densidad media del gas	0,821	kg/m ³
μ_G	Viscosidad media del gas	1,51E-05	Pa·s
ye	Composición de entrada	0,4	
ys	Composición de salida	0,001	
L	Caudal másico corriente líquida	1,31	kg/s
ρ_L	Densidad media del líquido	1134	kg/m ³
μ_L	Viscosidad media del líquido	0,015	Pa·s

SELECCIÓN TIPO DE TORRE

Se seleccionó una Torre Rellena, con Anillos de Raschig de cerámica de 1", con ordenamiento aleatorio.

Para la selección de relleno sobre platos, se tomó en cuenta:

- Diámetro pequeño de torre.
- Corriente líquida ácida y corrosiva.

Para la selección de Anillo de Raschig, prevaleció la simplicidad de este tipo de relleno. El mismo criterio se tuvo para elegir relleno al azar sobre regular.

El tamaño de 1" en principio se tomó de manera tentativa, y finalmente se verificó ante el diámetro de la torre resultante.

En cuanto al material del relleno, se tuvo en cuenta que este debía ser:

- Químicamente inerte frente a los fluidos de la torre.
- Resistente a altas temperaturas.
- Resistente mecánicamente.
- Costo razonable.

El plástico se descarta por las condiciones de operación. El metal, sobre todo acero inoxidable, cumpliría con la resistencia, pero son de elevado costo económico. Por lo tanto, el material seleccionado fue cerámica.

DETERMINACIÓN DIÁMETRO

Para el diseño hidráulico, se recurrió a la correlación de Eckert, calculando la sección primero para una caída de presión lineal de 200N/m y luego para 400N/m, tomando finalmente un valor medio entre los recomendados.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
Abs Eckert	Abscisa de correlación gráfica de Eckert	0,22	
	$Abs = \frac{L'}{G'} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L - \rho_G} \right)^{1/2}$		
Ord Eckert 200	Ordenada de correlación gráfica de Eckert	0,031	
	$Ord = \frac{G'^2 c_f \mu_L^{0.1}}{\rho_G (\rho_L - \rho_G)}$		
G/S	Flujo másico de gas	0,64	kg/m ² s
S	Sección de Torre	0,247	m ²
Ord Eckert 400	Ordenada de correlación gráfica de Eckert	0,049	
G/S	Flujo másico de gas	0,793	kg/m ² s
S	Sección de Torre	0,198	m ²
Tomando una sección media			
S	Sección media de Torre	0,222	m ²
D	Diámetro de Torre	0,53	m

DETERMINACIÓN ALTURA

Una vez obtenido el diámetro de torre, se procedió a calcular su altura, basados en los coeficientes de transferencia de masa y velocidades de reacción.

En primer lugar, se determinaron parámetros dependientes del tipo de relleno, y flujos molares, tales como diámetro efectivo, porosidad operativa y área interfacial.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
M_G	Masa molar del gas	0,026	kg/mol
	$M = \bar{y}_{NH_3} \times M_{NH_3} + \bar{y}_{Aire} \times M_{Aire}$		
G	Flujo molar gaseoso	28,27	mol/m ² ·s
G'	Flujo másico gaseoso	0,71	kg/m ² ·s
ρ_G	Densidad media del gas	0,822	kg/m ³
μ_G	Viscosidad media del gas	1,51E-05	Pa·s
L	Flujo molar líquido	326,05	mol/m ² ·s
L'	Flujo másico líquido	5,87	kg/m ² ·s
ρ_L	Densidad media del líquido	1134	kg/m ³
μ_L	Viscosidad media del líquido	0,015	Pa·s
d_s	Diámetro efectivo	0,036	m

β	Constante retención de empaque $\beta = 1.508d_s^{0.376}$	0,43	
φ_{LsW}	Retención estática referida a agua $\varphi_{LsW} = \frac{2.47 \times 10^{-4}}{d_s^{1.21}}$	0,014	
φ_{LtW}	Retención total referida a agua $\varphi_{LtW} = \frac{2.09 \times 10^{-6} (737.5L)^\beta}{d_s^2}$	0,061	
φ_{LoW}	Retención operativa referida a agua $\varphi_{LoW} = \varphi_{LtW} - \varphi_{LsW}$	0,047	
σ	Tensión superficial del agua	0,065	N/m
H	Factor de corrección, para $\mu_L > 0,012$ kg/m/s	1,4	
φ_{Lo}	Retención operativa $\varphi_{Lo} = \varphi_{LoW} H$	0,064	
φ_{Ls}	Retención estática $\varphi_{Ls} = \frac{0.0486 \mu_L^{0.02} \sigma^{0.99}}{d_s^{1.21} \rho_L^{0.37}}$	0,013	
φ_{Lt}	Retención total $\varphi_{Lt} = \varphi_{Ls} + \varphi_{Lo}$	0,076	
ε	Porosidad	0,73	
ε_{Lo}	Porosidad operativa $\varepsilon_{Lo} = \varepsilon - \varphi_{Lt}$	0,65	
m	Factor m de correlación Schulman et al.	68,2	para $2,0 < L' < 6,1$ kg/m ² /s
n	Factor n de correlación Schulman et al.	0,149	para $2,0 < L' < 6,1$ kg/m ² /s
p	Factor p de correlación Schulman et al.	-0,47	para $2,0 < L' < 6,1$ kg/m ² /s
a_W	Área interfacial, líquidos acuosos $a_W = m \left(\frac{808G'}{\rho_G^{0.5}} \right)^n L'^p$	77,5	m ² /m ³
a_A	Área interfacial $a_A = a_W \left(\frac{\varphi_{Lo}}{\varphi_{LoW}} \right)$	106	m ² /m ³

Luego, se debieron calcular los coeficientes de transferencia de masa de los distintos componentes en cada película.

Para el caso de la difusión de amoníaco en aire, se recurrió a un valor de difusividad a 273K, y luego se corrigió por el factor temperatura, según:

$$\frac{D_1}{D_2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{3/2} \quad \text{Ecuación 24.41, Welty}$$

Para calcular la difusividad de amoníaco y ácido sulfúrico en agua, se utilizó la siguiente ecuación empírica:

$$D_{AB} = 7.4 \times 10^{-8} \frac{(\Phi_B M_B)^{1/2} T}{\mu_B V_A^{0.6}} \quad \text{Ecuación 24.52, Welty}$$

Donde Φ_B es el parámetro de asociación del solvente, igual a 2.26 para el agua; y V_A es el volumen molecular del difundente.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
Amoniaco			
D_{AG}	Difusividad del amoniaco en el gas	2,72E-05	m ² /s
SC_{AG}	Número de Schmidt en el gas	0,68	
	$Sc_G = \frac{\mu_G}{\rho_G D_G}$		
D_{AL}	Difusividad del amoniaco en el líquido	1,50E-10	m ² /s
SC_{AL}	Número de Schmidt en el líquido	8,82E+04	
	$Sc_L = \frac{\mu_L}{\rho_L D_L}$		
k_{AG}	Coef. Transf. fase gaseosa	2,08	mol/m ² ·s
	$k_G = \frac{1.195G}{Sc_G^{2/3}} \left[\frac{d_s G'}{\mu_G (1 - \epsilon_{Lo})} \right]^{-0.36}$		
k_{AL}	Coef. Transf. fase líquida	6,47	mol/m ² ·s
	$k_L = 25.1 \left(\frac{d_s L'}{\mu_L} \right)^{0.45} \frac{Sc_L^{0.5} D_L \rho_L}{d_s M_L}$		
Ácido Sulfúrico			
D_{BL}	Difusividad del ácido en el líquido	9,58E-10	m ² /s
SC_{BL}	Número de Schmidt en el líquido	1,38E+04	
k_{BL}	Coef. Transf. fase líquida	16,36	mol/m ² ·s

La ecuación general de diseño de una torre de absorción reactiva es:

$$Z = \frac{G_I}{S a_A} \int_{y_2}^{y_1} \frac{dy_A}{r_A (1-y_A)^2}$$

Se debe hallar una expresión apropiada para la velocidad de reacción.

La reacción global esta compuesta por las siguientes etapas simultaneas:

- Difusión del amoniaco en la película gaseosa.
- Difusión del amoniaco en la película líquida.
- Difusión del ácido en la película líquida.
- Reacción en el plano de contacto.

La reacción de neutralización cuenta con una constante cinética muy elevada, se considera instantánea, por lo tanto, esta etapa no resulta controlante, y tampoco representa una resistencia al proceso global.

Si la concentración de ácido en el líquido es lo suficientemente alta, se la puede considerar constante en la película y no controlante.

Para ello, se debe evaluar:

$$C_B \geq \frac{b k_{AG}}{k_{BL}} = 0.06 \text{ mol/m}^3$$

La concentración media de ácido en la corriente líquida es de 1 mol/m³, superior a la mínima según la expresión anterior. Por lo tanto, la difusión del ácido en la película líquida no representa una resistencia al proceso global.

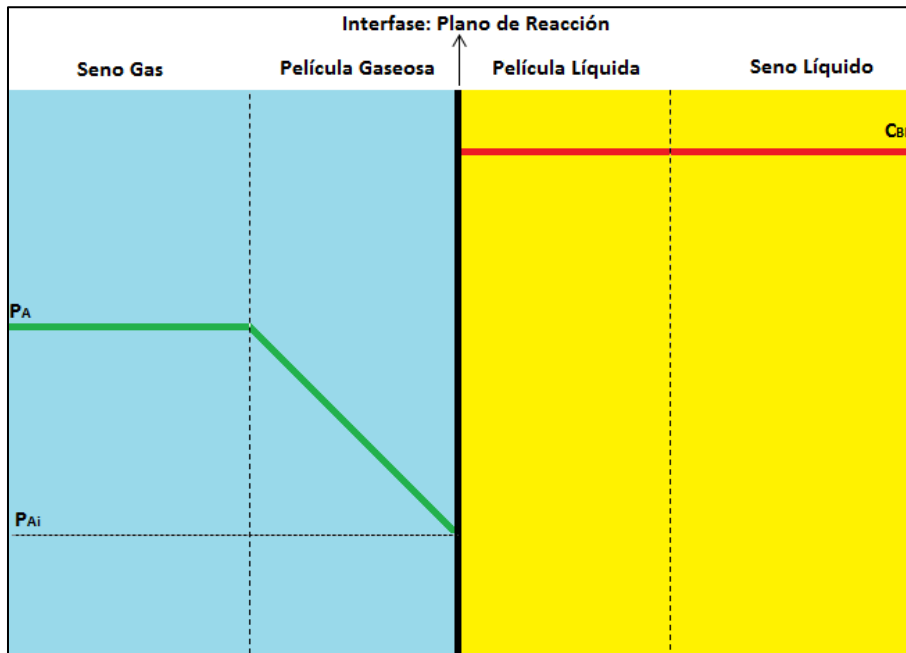
Al cumplirse estas dos condiciones, el plano de reacción se desplaza hacia la interface. Por lo tanto, la difusión del amoníaco en la película líquida no forma parte del proceso.

Finalmente, la etapa controlante es la difusión del amoníaco en la película gaseosa, y la expresión de la velocidad de reacción resulta en:

$$r_A = k_{AG} P_A$$

La ecuación final de diseño:

$$z = \frac{G_I}{S a_A k_{AG} P} \int_{y_2}^{y_1} \frac{dy_A}{y_A (1 - y_A)^2}$$



Perfil de concentraciones

Variable	Descripción	Valor	Unidad
G_i	Caudal molar de inertes	4,33	mol/s
S	Sección media de Torre	0,222	m ²
a_A	Área interfacial	106	m ² /m ³
k_{AG}	Coef. Transf. fase gaseosa	2,08	mol/m ² ·s
P	Presión operativa absorbedor	1	bar
y_1	Concentración de amoniaco de entrada	0,4	
y_2	Concentración de amoniaco de salida	0,001	
Función a integrar		$1/(x-2*x^2-x^3)$	
Integral		26	
z	Altura de relleno	2,3	m

La altura de relleno necesaria para disminuir la concentración de amoniaco a la salida al 0,1%, es de 2,3m.

SELECCIÓN DE MATERIAL

El material de construcción del reactor será acero inoxidable 316 o 316L.

Descripción:

El acero inoxidable Tipo 316 es un acero inoxidable de cromo níquel austenítico que contiene molibdeno. Esta adición aumenta la resistencia a la corrosión general, mejora la resistencia a picaduras de soluciones de iones de cloruro y proporciona mayor resistencia a temperaturas elevadas. Las propiedades son similares a las del Tipo 304, excepto que esta aleación es un poco más sólida a temperaturas elevadas. La resistencia a la corrosión es mejor, particularmente contra ácidos sulfúrico, hidrociorhídrico, acético, fórmico y tartárico; sulfatos ácidos y cloruros alcalinos. El acero inoxidable del Tipo 316L es una versión de carbón extra bajo del Tipo 316 que minimiza la precipitación de carburos perjudiciales en la zona afectada por el calor durante la soldadura.

DISEÑO ESPESORES Y CABEZALES

Datos de partida

Variable	Descripción	Valor	Unidad
Pop	Presión operación	1	bar
P1	Presión de diseño	1,1	bar
	$P1 = 1,1 \times Pop$		
P2	Presión de diseño	2	bar
	$P2 = 1 + Pop$		
Td	Temperatura de diseño	85	°C
	$Tdiseño = Top + 20^{\circ}C$		
L	Diámetro de torre	530	mm
H	Altura de torre	2900	mm
L/r		0,1	
M		1,54	
Pt	Presión de diseño	2	bar
S	Esfuerzo del material	1083	bar
E	Factor de soldadura	0,85	
C.A	Tolerancia de corrosión	2	mm

El tipo de cabezal seleccionado es *toriesférico*.

Espesor del cuerpo de la torre

Para calcular el espesor del cilindro, se utiliza el código ASME para recipientes.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
tc	Espesor del cuerpo	4	mm
	$t_c = \left[\frac{P_t \times L}{S \times E - 0,6P_t} + C.A \right]$		
Dext	Diámetro exterior del reactor	538	mm
	$D_{ext} = D_{int} + 2 \times t_c$		

Espesor de cabezal

Se calculará a partir del código ASME. La siguiente Figura 11.3.1 muestra los parámetros para el cálculo del cabezal según el código ASME.

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
L/r	Parámetro Gráfico	10	
M	Parámetro Gráfico	1,54	
tcab	Espesor cabezales	3,2	mm
$t_{cab} = 1,1 \times \left[\frac{P_t \times L \times M}{2S \times E - 0,2P_t} + C.A \right]$			
Dint,cab	Diámetro interno de cabezales	530	mm
Dext,cab	Diámetro externo de cabezales	536	mm
$D_{ext} = D_{int} + 2 \times t_{cab}$			

El espesor estándar de chapa en Europa es de 4 mm. Para que el diseño, montaje y mantenimiento sea más fácil y con el objetivo de aminorar costos, se decide utilizar un mismo grosor de chapa para todo el diseño, utilizando el espesor más grande entre el cabezal y el cilindro, el de 4 mm.

Altura de la torre y cabezales

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
DH	Parámetro de calculo	102,3	mm
$DH = 0,1935 \times Dt - 0,455 \times tcab$			
SF	Parámetro de calculo	14	mm
$SF = 3,5 \times tcab$			
Hcab	Altura de cabezales	116,3	mm
$H_{cab} = DH + SF$			
Htot	Altura total	3016	mm
$H_{tot} = H + 2 \times H_{cab}$			

Empaque	Tamaño nominal, mm (in)										
	6 (1/4)	9.5 (3/8)	13 (1/2)	16 (5/8)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	50 (2)	76 (3)	89 (3 1/2)
Anillos de Raschig											
Cerámica:											
Espesor de pared, mm	0.8	1.6	2.4	2.4	2.4	3	4.8	4.8	6	9.5	
C_f	1600	1000	580	380	255	155	125	95	65	37	
C_D			909	749	457	301		181.8	135.6		
ϵ	0.73	0.68	0.63	0.68	0.73	0.73	0.74	0.71	0.74	0.78	
$a_p, m^2/m^3 (ft^2/ft^3)$	787 (240)	508 (155)	364 (111)	328 (100)	262 (80)	190 (58)	148 (45)	125 (38)	92 (28)	62 (19)	
Metal											
0.8 mm pared											
C_f	700	390	300	170	155	115					
ϵ	0.69		0.84		0.88	0.92					
$a_p, m^2/m^3 (ft^2/ft^3)$	774 (236)		420 (128)		274 (83.5)	206 (62.7)					
1.6 mm pared											
C_f			410	290	220	137	110	83	57	32	
C_D			688	431	485	304		172.9	133.5		
ϵ			0.73		0.78	0.85	0.87	0.90	0.92	0.95	
$a_p, m^2/m^3 (ft^2/ft^3)$			387 (118)		236 (71.8)	186 (56.7)	162 (49.3)	135 (41.2)	103 (31.4)	68 (20.6)	

Tabla 6.3 Treybal: Características rellenos aleatorios

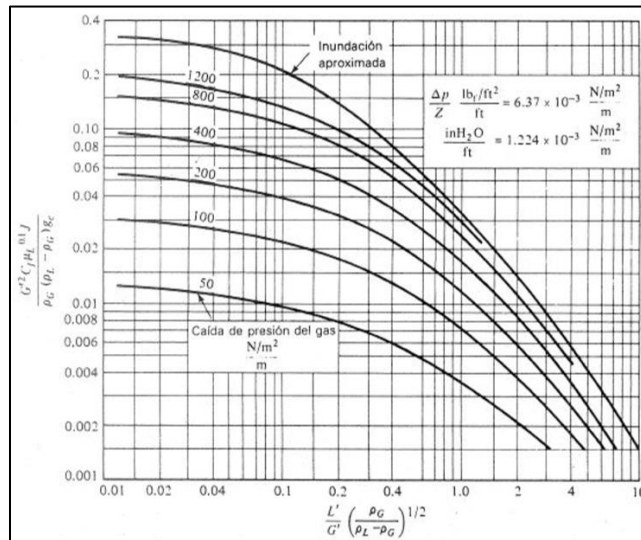
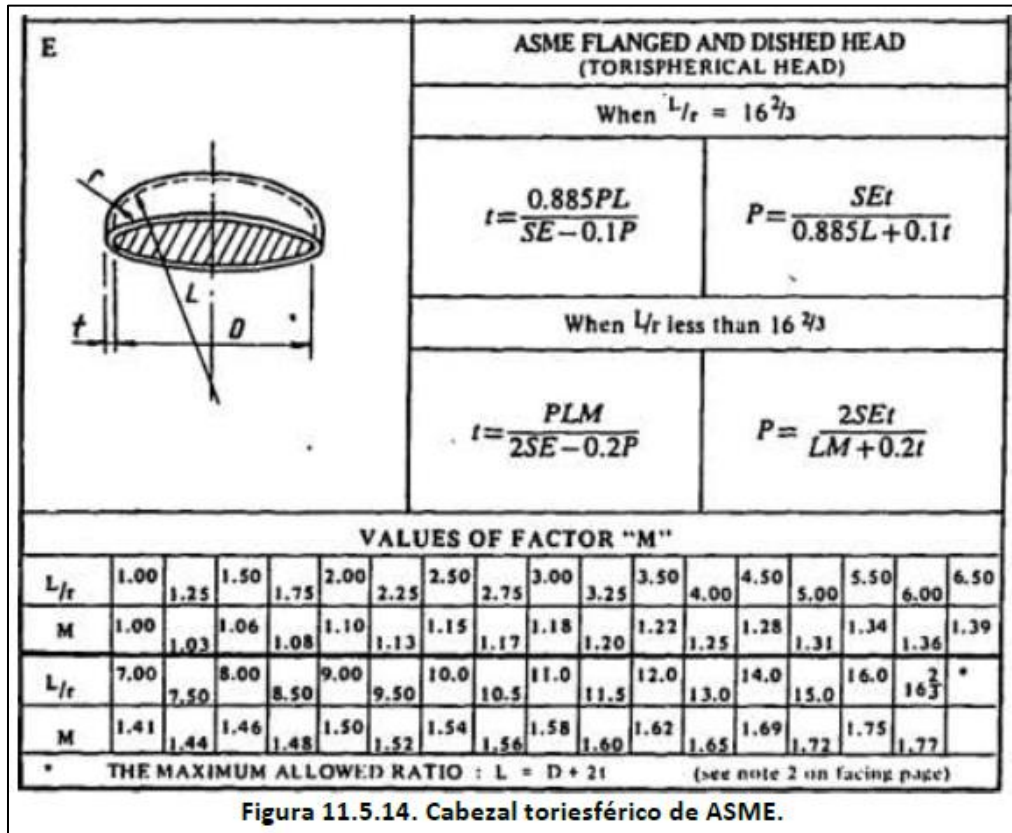


Fig. 6.34 Treybal, Correlación gráfica de Eckert

Empaque	Tamaño nominal		Rango de L'		m	n	p
	mm	in	$kg/m^2 \cdot s$	$lb/ft^2 \cdot h$			
Anillos de Raschig	13	0.5	0.68-2.0	500-1500	28.01	$0.2323L' - 0.30$	-1.04
			2.0-6.1	1500-4500	14.69	$0.01114L' + 0.148$	-0.111
	25	1	0.68-2.0	500-1500	34.42	0	0.552
			2.0-6.1	1500-4500	68.2	$0.0389L' - 0.0793$	-0.47
	38	1.5	0.68-2.0	500-1500	36.5	$0.0498L' - 0.1013$	0.274
			2.0-6.1	1500-4500	40.11	$0.01091L' - 0.022$	0.140
50	2	0.68-2.0	500-1500	31.52	0	0.481	
		2.0-6.1	1500-4500	34.03	0	0.362	
Sillas de Berl	13 1/2	0.5 1/2	0.68-2.0	500-1500	16.28	0.0529	0.761
			2.0-6.1	1500-4500	25.61	0.0529	0.170
	25 1/2	1 1/2	0.68-2.0	500-1500	52.14	$0.0506L' - 0.1029$	0
			2.0-6.1	1500-4500	73.0	$0.0310L' - 0.0630$	-0.359
	38 1/2	1.5 1/2	0.68-2.0	500-1500	40.6	-0.0508	0.455
			2.0-6.1	1500-4500	62.4	$0.0240L' - 0.0996$	-0.1355

Tabla 6.4 Treybal, Área interfacial para líquidos acuosos



MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES IN TENSION FOR HIGH-ALLOY STEEL
 (CAUTION: See UW-12 for vessels constructed under part UW)
 Maximum Allowable Stress, ksi (Multiply by 1000 to Obtain psi),
 for Metal Temp., °F, Not Exceeding

Specification	Grade	Maximum Allowable Stress, ksi (Multiply by 1000 to Obtain psi), for Metal Temp., °F, Not Exceeding													
		-20 to 100	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	
SA-240	304	18.8	17.8	16.6	16.2	15.9	15.9	15.9	15.9	15.5	15.2	14.9	14.7	14.4	
SA-240	304L	15.7	15.7	15.3	14.7	14.4	14	13.7	13.5	13.3	13	—	—	—	
SA-240	316	18.6	18.8	18.4	18.1	18.0	17.0	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	
SA-240	316L	15.7	15.7	15.7	15.5	14.4	13.5	13.2	12.9	12.6	12.4	12.1	—	—	

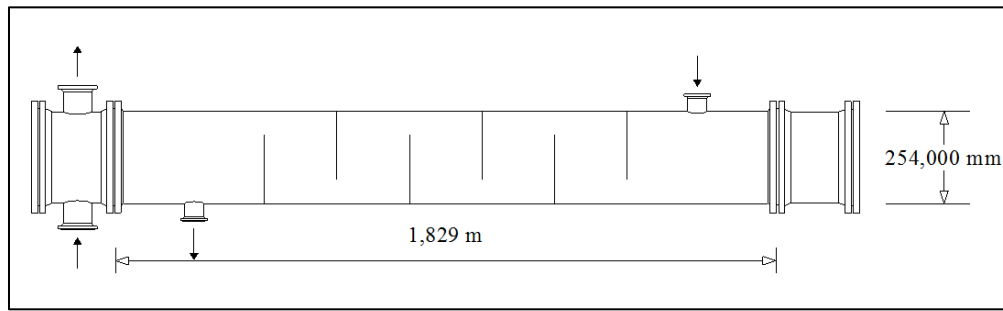
Figura 11.5.15. Tensión máxima admisible en función de la temperatura para el acero inoxidable.

DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

INTRODUCCIÓN

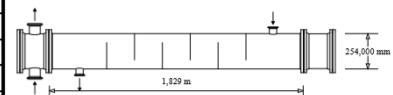
Se trata del equipo necesario para enfriar el condensado obtenido en la etapa anterior, compuesto esencialmente por agua, hasta la temperatura indicada para el reciclo de esta corriente. El fluido refrigerante es agua de enfriamiento, por lo que el rango de temperaturas se ve limitado para asegurar un buen funcionamiento de las torres de enfriamiento.

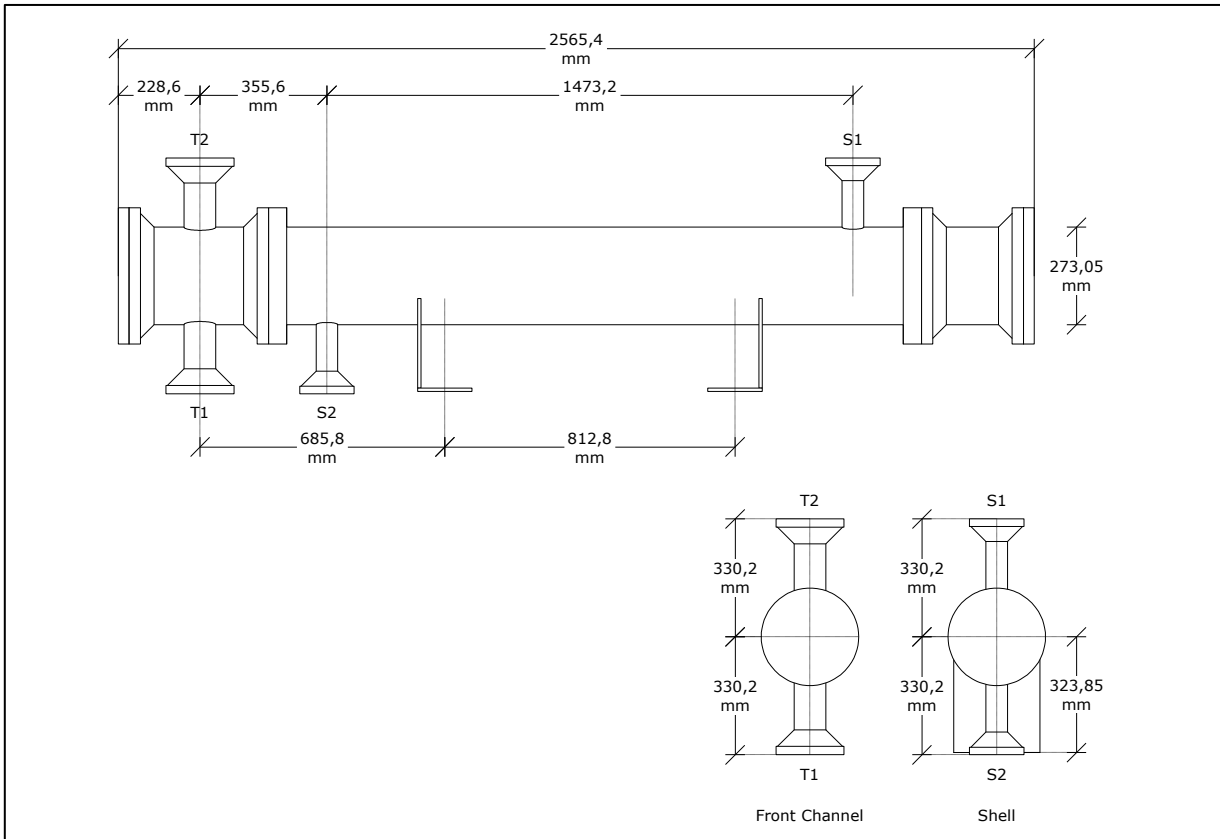
El diseño final, realizado con el software HTRI® a partir de los datos obtenidos en el diseño preliminar, es el siguiente:



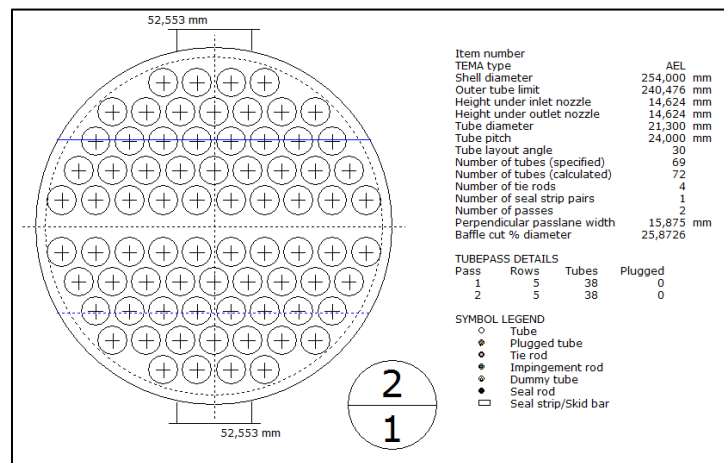
Representación Esquemática

HTRI		HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET				Page 1	
						SI Units	
Customer		Job No.		Reference No.			
Address		Proposal No.					
Plant Location		Date 07/07/2017		Rev			
Service of Unit		Item No.					
Size	254,000 x 1828,78 mm	Type AEL	Horz.	Connected In	1 Parallel	1 Series	
Surf/Unit (Gross/Eff)	8,44 / 8,21 m ²	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	8,44 / 8,21 m ²		
PERFORMANCE OF ONE UNIT							
Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side			
Fluid Name		Hot Water		Cold Water			
Fluid Quantity, Total		kg/hr		5000,03		20107,1	
Vapor (In/Out)							
Liquid		5000,03		5000,03		20107,1	
Steam				20107,1			
Water							
Noncondensables							
Temperature (In/Out)		C		80,00		40,00	
Specific Gravity		0,9720		0,9915		0,9967	
Viscosity		mN-s/m ²		0,3543		0,6529	
Molecular Weight, Vapor							
Molecular Weight, Noncondensables							
Specific Heat		kJ/kg-C		4,2591		4,2199	
Thermal Conductivity		W/m-C		0,6702		0,6308	
Latent Heat		kJ/kg					
Inlet Pressure		kPa		101,301		101,301	
Velocity		m/s		0,14		0,83	
Pressure Drop, Allow/Calc		kPa		70,001		1,196	
Fouling Resistance (min)		m ² -K/W		0,000030		0,000030	
Heat Exchanged W		235327		MTD (Corrected)		23,7 C	
Transfer Rate, Service		1207,92 W/m ² -K		Clean		1346,47 W/m ² -K	
				Actual		1229,32 W/m ² -K	
CONSTRUCTION OF ONE SHELL				Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)			
		Shell Side		Tube Side			
Design/Test Pressure		kPaG		1034,21 /		1034,21 /	
Design Temperature		C					
No Passes per Shell		1		2			
Corrosion Allowance		mm					
Connections		In mm		1 @ 52,553		1 @ 77,927	
Size & Rating		Out mm		1 @ 52,553		1 @ 77,927	
		Intermediate		@		@	
Tube No.		69		OD 21,300 mm		Thk(Avg) 2,769 mm	
Tube Type		Plain		Material CARBON STEEL			
Shell		ID 254,000 mm		OD		mm	
Channel or Bonnet		Tubesheet-Stationary		Shell Cover			
Floating Head Cover		Tubesheet-Floating		Channel Cover			
Baffles-Cross		Type SINGLE-SEG.		%Cut (Diam) 25,9		Spacing(c/c) 200,000	
Baffles-Long		Seal Type		Inlet 388,991 mm			
Supports-Tube		U-Bend		Type			
Bypass Seal Arrangement		Tube-Tubesheet Joint					
Expansion Joint		Type					
Rho-V2-Inlet Nozzle		421,99 kg/m-s ²		Bundle Entrance 24,49		Bundle Exit 24,01 kg/m-s ²	
Gaskets-Shell Side		Tube Side					
-Floating Head							
Code Requirements				TEMA Class			
Weight/Shell		495,07		Filled with Water 596,39		Bundle 174,01 kg	
Remarks:							





Principales dimensiones constructivas



Espejo de tubos

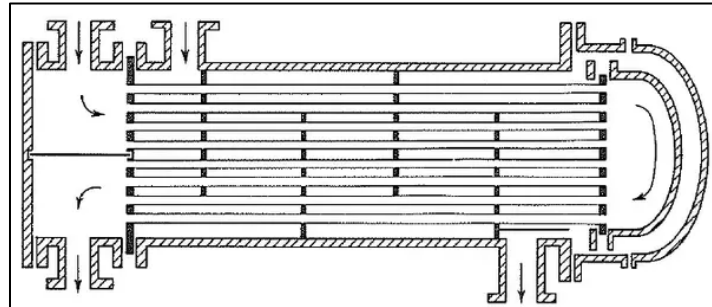
DATOS DE PARTIDA

Variable	Descripción	Valor	Unidad
W_H	Caudal fluido caliente	5000	kg/h
T_{1H}	Temperatura entrada fluido caliente	80	°C
T_{2H}	Temperatura salida fluido caliente	40	°C
ρ_H	Densidad fluido caliente	980	kg/m ³
μ_H	Viscosidad fluido caliente	5,01E-04	Pa·s
c_{pH}	Capacidad calorífica fluido caliente	4336,5	J/kg·°C
k_H	Conductividad térmica fluido caliente	0,6507	J/s·m·°C
W_c	Caudal agua enfriamiento	20107	kg/h
t_{1c}	Temperatura entrada agua enfriamiento	25	°C
t_{2c}	Temperatura salida agua enfriamiento	35	°C
ρ_c	Densidad agua enfriamiento	1003,4	kg/m ³
μ_c	Viscosidad agua enfriamiento	8,04E-04	Pa·s
c_{pc}	Capacidad calorífica agua enfriamiento	4313,5	J/kg·°C
k_c	Conductividad térmica agua enfriamiento	0,61805	J/s·m·°C
Q	Calor intercambiado	867300	kJ/h

Se contemplaron 3 diseños posibles:

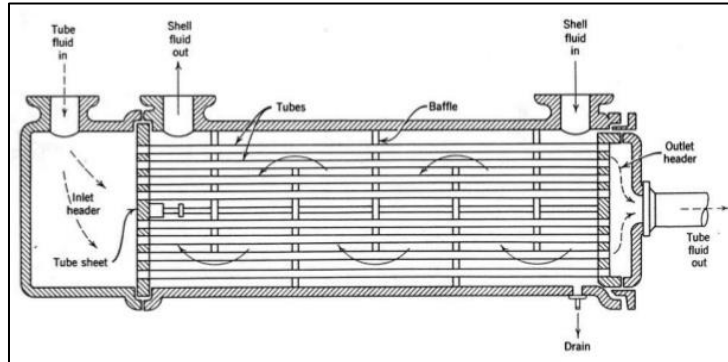
- Intercambiador de coraza y tubos 1-2
- Intercambiador de coraza y tubos 1-1
- Intercambiador de doble tubo

Intercambiador 1-2



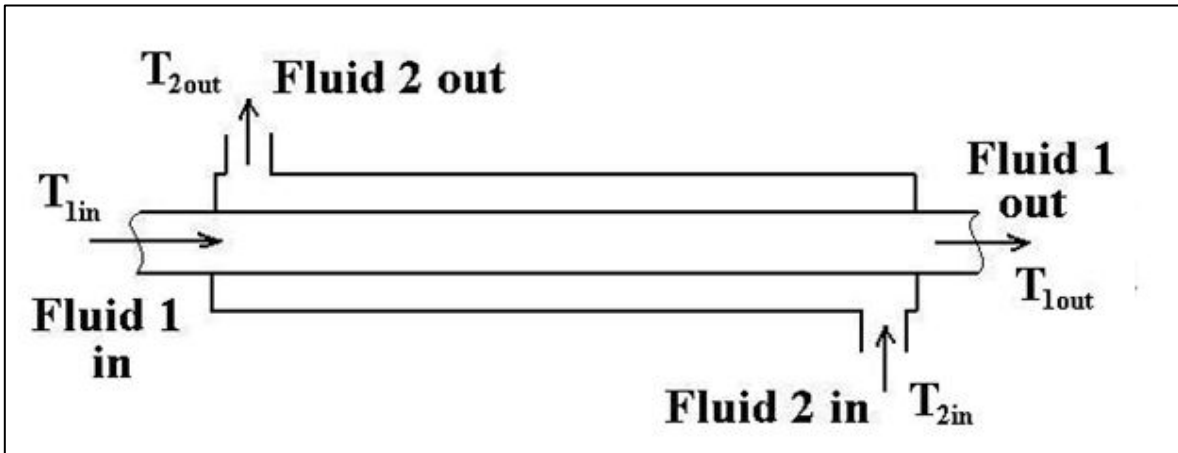
Variable	Descripción	Valor	Unidad	Referencia
Factor de Temperatura				
Ft	Factor de corrección de temperatura	0,94		Aceptable
DTML	Diferencia media logarítmica de temperatura	27,3	°C	
DTv	Diferencia de temperatura verdadera	25,7	°C	
Características Constructivas				
Tubos: Agua enfriamiento				
do	Diámetro externo	0,021	m	
di	Diámetro interno	0,016	m	
L	Longitud	1,83	m	
Nt	Número de Tubos	69		
Coraza: Fluido caliente				
DI	Diámetro interno de coraza	0,25	m	
B	Separación de Bafles	0,20	m	
Arreglo		Triangular		
Pt	Paso	0,02	m	
Coefficientes de Transferencia y Área de Intercambio				
hio	Coeficiente interno referido al área externa	2972	J/m ² ·s·°C	
ho	Coeficiente externo	2462	J/m ² ·s·°C	
U_D	Coeficiente global de diseño	1245	J/m ² ·s·°C	
An	Área de intercambio necesaria	7,5	m ²	
A	Área de intercambio	8,5	m ²	
%Aexc	Área en exceso	12	%	Aceptable
Verificación Hidráulica				
DPT	Pérdida de carga lado tubos	0,71	psi	Aceptable
DPC	Pérdida de carga en coraza	0,61	psi	Aceptable

Intercambiador 1-1



Variable	Descripción	Valor	Unidad	Referencia
Factor de Temperatura				
Ft	Factor de corrección de temperatura	1		Aceptable
DTML	Diferencia media logarítmica de temperatura	27,3	°C	
DTv	Diferencia de temperatura verdadera	27,3	°C	
Características Constructivas				
Tubos: Agua enfriamiento				
do	Diámetro externo	0,0127	m	
di	Diámetro interno	0,0094	m	
L	Longitud	4,87	m	
Nt	Número de Tubos	36		
Coraza: Fluido caliente				
DI	Diámetro interno de coraza	0,20	m	
B	Separación de baffles	0,08	m	
Arreglo		Triangular		
Pt	Paso	0,02	m	
Coefficientes de Transferencia y Área de Intercambio				
hio	Coefficiente interno referido al área externa	7313	J/m ² ·s·°C	
ho	Coefficiente externo	1804	J/m ² ·s·°C	
UD	Coefficiente global de diseño	1331	J/m ² ·s·°C	
An	Área de intercambio necesaria	6,6	m ²	
A	Área de intercambio	7,0	m ²	
%Aexc	Área en exceso	6	%	Aceptable
Verificación Hidráulica				
DPT	Pérdida de carga lado tubos	4,7	psi	Aceptable
DPc	Pérdida de carga en coraza	0,25	psi	Aceptable

Intercambiador de Doble Tubo



Variable	Descripción	Valor	Unidad	Referencia
Factor de Temperatura				
Ft	Factor de corrección de temperatura	1		Aceptable
DTML	Diferencia media logarítmica de temperatura	27,3	°C	
DTv	Diferencia de temperatura verdadera	27,3	°C	
Características Constructivas				
Tubos: Agua enfriamiento				
do	Diámetro externo	0,06	m	
di	Diámetro interno	0,05	m	
L	Longitud	22	m	
Anulo: Fluido caliente				
DO	Diámetro externo	0,09	m	
DI	Diámetro interno	0,08	m	
Coefficientes de Transferencia y Área de Intercambio				
hio	Coefficiente interno referido al área externa	6834	J/m ² ·s·°C	
ho	Coefficiente externo	5015	J/m ² ·s·°C	
Ud	Coefficiente global de diseño	2463	J/m ² ·s·°C	
An	Área de intercambio necesaria	3,6	m ²	
A	Área de intercambio	4,2	m ²	
%Aexc	Área en exceso	16	%	Aceptable
Verificación Hidráulica				
DPT	Pérdida de carga lado tubo	3,3	psi	Aceptable
DPa	Pérdida de carga en anulo	2	psi	Aceptable

Los 3 equipos diseñados son aptos tanto desde el punto de vista térmico como hidráulico, ya que cumplen con las recomendaciones existentes para intercambiadores, a saber:

Variable	Valor
Ft	> 0.9 en intercambiador 1-2
%Aexc	< 25%, siendo 10% ideal
DPt	< 10 psi (sin cambio de fase)
DPc	< 10 psi (sin cambio de fase)

Para la selección final, se tienen en cuenta los siguientes parámetros comparativos:

	ϕ	L (m)	Nt	Dc (m)	%Aexc	DPt (psi)	DPc (psi)
Int. 1-2	1/2 sch 40	1,83	32	0,25	12	0,71	0,61
Int. 1-1	1/2 BWG 16	4,87	36	0,20	6	4,7	0,25
Doble Tubo	2 sch 40	22	-	3 sch 40	16	3,3	2,0

En cuanto al %Aexc y pérdidas de carga, son valores similares, y fácilmente variables con otros parámetros (como espaciado de baffles).

Por lo tanto, la decisión se toma en base a los parámetros geométricos.

En el caso del intercambiador de doble tubo, se necesitarían varias horquillas en serie para lograr una longitud razonable.

En el caso del intercambiador 1-1, la longitud de 5 metros es importante para acomodarlo en planta (teniendo en cuenta el espacio que se requiere alrededor para realizar mantenimiento).

Además, requiere mayores cantidades de materiales constructivos, concurriendo en un mayor costo inicial.

Por tanto, el equipo adoptado para esta operación será el **Intercambiador de Coraza y Tubos 1-2**.

DISEÑO PRELIMINAR

Selección del Intercambiador		Coraza y Tubos 1-2		
Variable	Descripción	Valor	Unidad	Referencia
S	Parámetro de cálculo	0,2		
	$S = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$			
R	Parámetro de cálculo	4		
	$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1}$			
Ft	Factor de corrección de temperatura	0,94		Fig. 18, Kern
DTML	Diferencia media logarítmica de temperatura	27,3	°C	
	$DTML = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \left[\frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)} \right]}$			
ΔTv	Diferencia de temperatura verdadera	25,7	°C	
	$\Delta Tv = DTML \times Ft$			
Cálculo de Coeficientes de Transferencia				
Tubos: Agua enfriamiento				
φ	Diámetro nominal	1/2 sch 40		
do	Diámetro externo	0,0213	m	
di	Diámetro interno	0,016	m	
L	Longitud	1,83	m	
Nt	Número de Tubos	32		Tabla 9, Kern
Aft	Área de flujo por tubo	2,0E-04	m ²	
	$Aft = \frac{\pi \times di^2}{4}$			
Afi	Área de flujo interna	6,76-03	m ²	
	$Afi = \frac{Aft \times Nt}{n}$			
Gt	Flujo másico en tubos	826	kg/m ² ·s	
	$Gt = \frac{W}{Afi}$			
n	Número de pasos	2		
<v>	Velocidad	0,8	m/s	
	$v = Gt / \rho$			
Re	Reynolds	16218		
	$Re = \frac{v \times di \times \rho}{\mu}$			
Pr	Prandtl	5,6		
	$Pr = \frac{cp \times \mu}{k}$			
Nut	Nusselt	102,6		
	$Nu = \frac{hi \times di}{k}$			
hi	Coeficiente interno	4014	J/m ² ·s·°C	
	$hi = 1423 \times (1 + 0,046 \times t) \times \frac{v^{0,8}}{di^{0,2}}$			Ec. 5.4, Cao

hio	Coeficiente interno referido al área externa	2972	J/m ² ·s·°C	
	$hio = hi \times \frac{di}{do}$			
Coraza: Fluido Caliente				
DI	Diámetro interno de coraza	0,25	m	
B	Separación de bafles	0,20	m	Entre DI y DI/5
Arreglo		Triangular		
Pt	Paso	0,024	m	Tabla 9, Kern
Deq	Diámetro equivalente	0,01	m	
	$Deq = 4 \times \frac{1/2 \times Pt \times 0,86 \times Pt - 1/8 \times \pi \times do^2}{1/2 \times \pi \times do}$			
Ac	Área de flujo por coraza	0,005	m ²	
	$Ac = \frac{DI \times (Pt - do) \times B}{Pt}$			
Gc	Flujo másico	262,89	kg/m ² ·s	
	$Gc = W / Ac$			
<v>	Velocidad	0,268	m/s	
	$v = Gc / \rho$			
Re	Reynolds	4073		
	$Re = \frac{Gc \times Deq}{\mu}$			
Pr	Prandtl	3,34		
	$Pr = \frac{cp \times \mu}{k}$			
Nuc	Nusselt	29,38		
	$Nu = \frac{ho \times Deq}{k}$			
ho	Coeficiente externo	2462	J/m ² ·s·°C	
	$ho = 1423 \times (1 + 0,046 \times t) \times \frac{v^{0,8}}{Deq^{0,2}}$			
Uc	Coeficiente global limpio	1346	J/m ² ·s·°C	
	$Uc = \frac{1}{\left[1/hio + 1/ho\right]}$			
Rfi	Resistencia de ensuciamiento interno	3,01E-05	m ² ·s·°C/J	Tabla 4, Cao
Rfo	Resistencia de ensuciamiento externo	3,01E-05	m ² ·s·°C/J	Tabla 4, Cao
Ud	Coeficiente global de diseño	1245	J/m ² ·s·°C	
	$Ud = \frac{1}{\left[1/Uc + 1/Rfi + 1/Rfo\right]}$			
An	Área de intercambio necesaria	7,5	m ²	
	$An = \frac{Q}{Ud \times \Delta T v}$			
A	Área de intercambio	8,5	m ²	
	$A = \pi \times do \times Nt \times L$			
%Aexc	Área en exceso	12	%	
	$\%Aexc = \frac{A - An}{An} \times 100$			

Verificación Hidráulica

Lado tubos

f Factor de Fricción 0,007

$$f = 0,0014 + 0,125 \times Re^{-0,32}$$

DPT Pérdida de carga en tubos 2209 Pa

$$DPT = 4 \times f \times n \times L/di \times Gt^2/2\rho$$

DPr Pérdida de carga en retorno 2719 Pa

$$DPr = 4 \times n \times Gt^2/2\rho$$

DPT Pérdida de carga lado tubos 0,71 psi

$$DP = DPT + DPr$$

Lado coraza

f Factor de Fricción 0,36

$$f = 1,728 \times Re^{-0,188}$$

DPC Pérdida de carga en coraza 0,61 psi

$$DPC = f \times \frac{(L/B + 1) \times DI}{Deq} \times \frac{Gc^2}{2\rho}$$

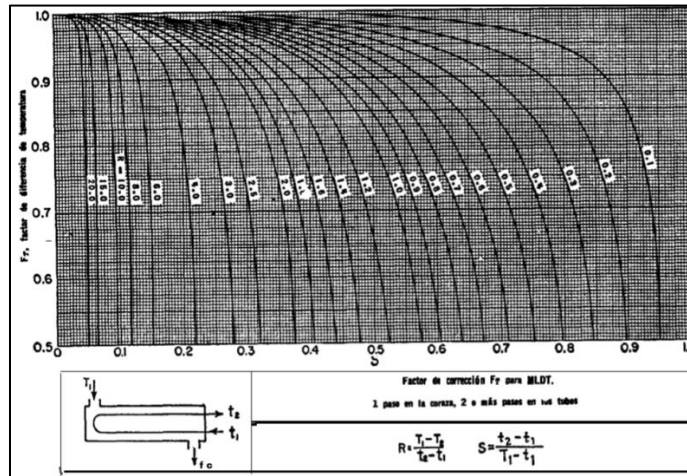


TABLA 9. DISPOSICION DE LOS ESPEJOS DE TUBOS (CUENTA DE TUBOS. (Continúa). ARREGLO TRIANGULAR

Tubos de 3/4" DE, arreglo triangular de 1 5/8" plg					Tubos de 3/4" DE, arreglo triangular de 1 plg						
Coraza DI, plg	1-P	2-P	4-P	6-P	8-P	Coraza DI, plg	1-P	2-P	4-P	6-P	8-P
8	36	32	26	24	18	8	37	30	24	24	
10	62	56	47	42	36	10	61	52	40	36	
12	109	98	86	82	78	12	92	82	76	74	70
13 1/4	127	114	96	90	86	13 1/4	109	106	86	82	74
15 1/4	170	160	140	136	128	15 1/4	151	138	122	118	110
17 1/4	239	224	194	188	178	17 1/4	203	196	178	172	166
19 1/4	301	282	252	244	234	19 1/4	262	250	226	216	210
21 1/4	361	342	314	306	290	21 1/4	316	302	278	272	260
23 1/4	442	420	386	378	364	23 1/4	384	376	352	342	328
25	532	506	468	446	434	25	470	452	422	394	382
27	637	602	550	536	524	27	559	534	488	474	464
29	721	692	640	620	594	29	630	604	556	538	508
31	847	822	766	722	720	31	745	728	678	666	640
33	974	938	878	852	826	33	856	830	774	760	732
35	1102	1068	1004	988	958	35	970	938	882	864	848
37	1240	1200	1144	1104	1072	37	1074	1044	972	966	936
39	1377	1330	1258	1248	1212	39	1206	1176	1108	1100	1078

ALMACENAMIENTO DE ÁCIDO SULFÚRICO 98%

DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE

Para dimensionar el tanque, se optó el método del tiempo de la autonomía. Se escogieron 5 días (tiempo de stock). Hay que tener en cuenta que el transporte de ácido sulfúrico, se efectúa por carretera mediante camiones y por lo tanto se considera un tiempo de residencia suficiente para mantener a la planta operativa si hubiere problemas ajenos a la misma.

El consumo que se tiene en la planta es de 5500kg/h.

Según el apéndice "E" de la norma API 650, una relación adoptada para tanque de almacenamiento en torno a diámetro y altura es de: $\frac{D}{H} = 1,33$.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
m	Consumo Másico	5500	kg/h
ρ	Densidad	1860	kg/m ³
Q	Consumo Volumétrico	72,0	m ³ /día
τ	Tiempo de Stock	5	días
f	Factor Sobredimensionamiento	1,15	
V	Volumen Tanque	415,0	m ³
H	Altura	6,7	m
D	Diámetro	8,9	m
Eci	Espesor cilindro	6	mm
Eca	Espesor casquete	6	mm

El volumen del tanque será de **V = 415m³**.

La materia prima será recibida en Camiones Cisterna con una capacidad de 20ton o 11m³. Se prevé un stock de 5 días, para tener en cuenta vagas en el transporte y otros contratiempos. A continuación, se muestra el cálculo del número de camiones necesarios para subministrar el reactivo en la planta:

$$N^{\circ} \frac{\text{Camiones}}{\text{día}} = \frac{132 \text{ ton AS/día}}{20 \text{ ton AS/Camión}} = 7 \text{ Camiones/día}$$

Material Constructivo

Según la norma NACE SP0294-2006, se optará por un tanque vertical, y se optará por **Acero al Carbono**. Es un acero barato, que se puede usar en ácido sulfúrico concentrado. En este caso, 98%. El mecanismo de corrosión habitual en ácido es SCC. No obstante, al estar estanco y a una temperatura ambiente, este material resulta una opción adecuada.

Diseño de Contención por derrame accidental

Los recipientes de superficie para almacenar líquidos inflamables y combustibles deben de disponer de una pared y piso de retención. Según la normativa MIE-APQ-001 y MIE-APQ-006, todo recipiente que contenga sustancias inflamables y corrosivas, tiene la obligación de tener unos cubetos de retención de líquidos por si hay algún tipo de fuga. Estos cubetos, tendrán una pequeña inclinación en la parte inferior, para facilitar la evacuación de los líquidos que contengan.

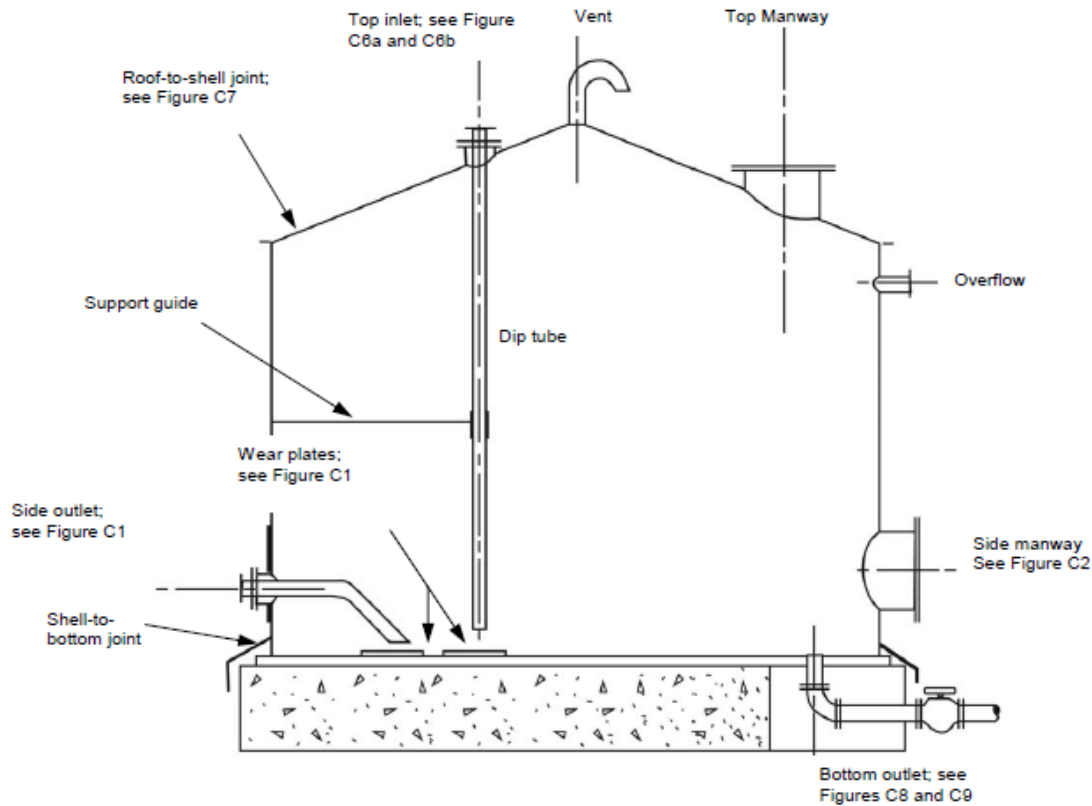
El volumen mínimo a almacenar en caso de derrame es de 415 m³.

Considerando una altura de **H = 2 m** de pared, y una superficie rectangular, se obtiene una longitud de los lados de: **L = 14,5 m**

El material constructivo será concreto. Y en adicional, para evitar penetraciones de producto, una capa de un polímero resistente. Resinas a base de ésteres vinílicos.

Diagrama del tanque

SP0294-2006



SP0294-2006

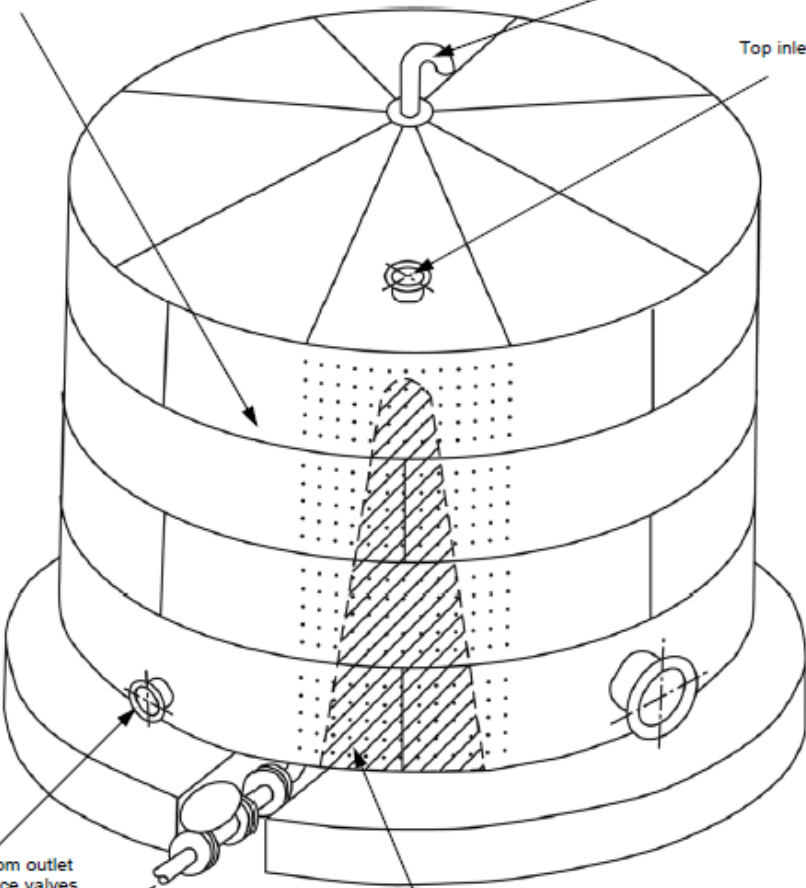
Recommended grid 300 mm x 300 mm (1 ft x 1 ft); closer spacing if required

Vent

Top inlet nozzle

Side or bottom outlet nozzles. Place valves as close to tank as practical. Minimize gasketed joints under liquid level.

Extent of side wall thinning/vertical grooving (function of tank size and inlet nozzle location)



DESCARGA ÁCIDO SULFÚRICO AL 98%

El H₂SO₄, vendrá a presión atmosférica en camiones cisternas. Los mismos tendrán una capacidad de 20ton máximo. El ácido es concentrado al 98%.

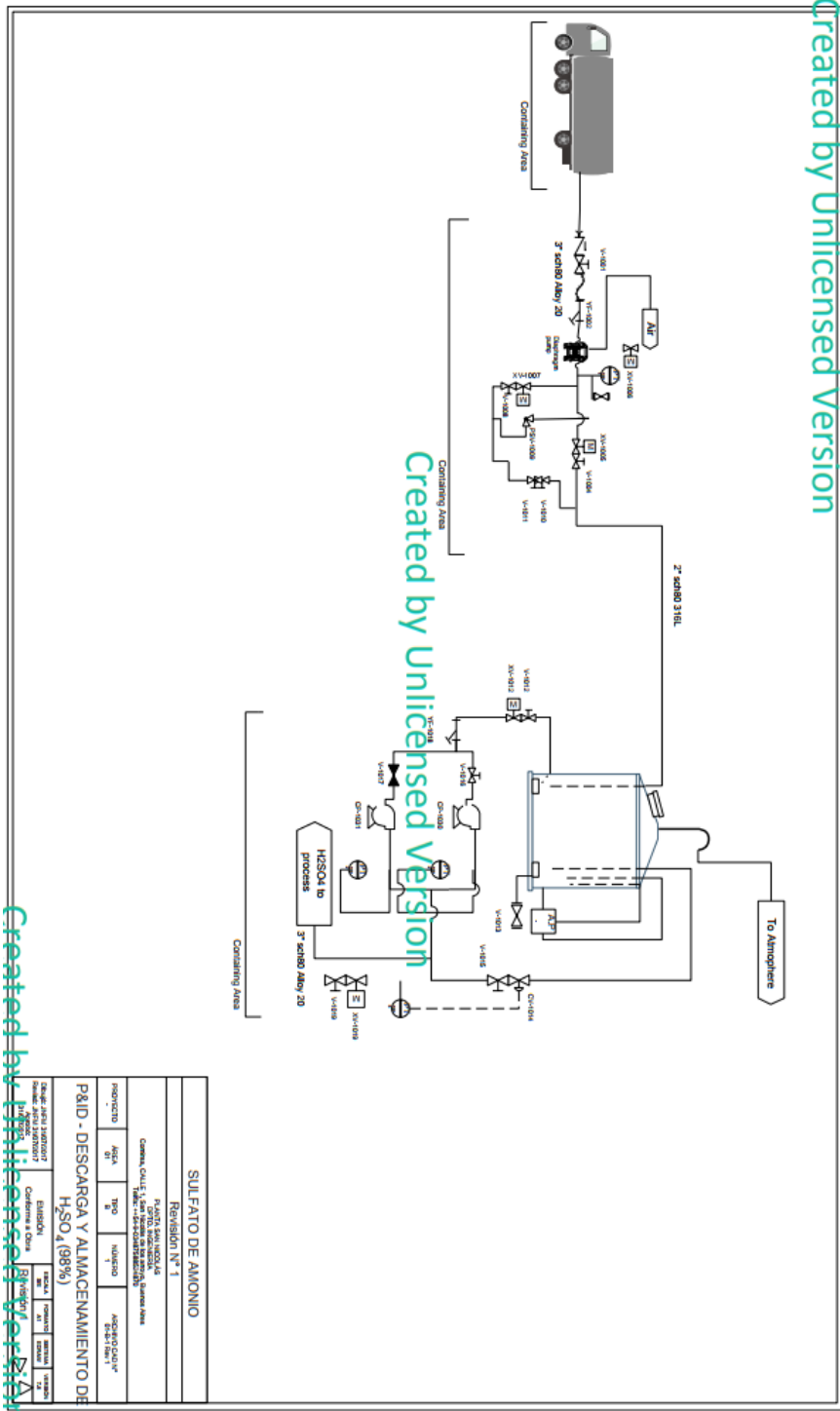
Previamente a ingresar a planta, el camión será inspeccionado, y si cumple cierta información mínima y el chequeo de mismo está aprobado, se procede al ingreso.

La descarga será efectuada por dos personas. Un técnico en campo y un operador de consola.

El técnico en campo deberá contar con los EPP adecuados (casco, pantalla facial, guantes antiácidos, equipo antiácido o delantal de PVC y botas por dentro del pantalón).

Secuencia

1. Ubicar el vehículo en el lugar apropiado para la descarga, inmovilizarlo y apagarlo.
2. Proceder a la conexión de la manguera de descarga de la cisterna a la terminal de carga, en presencia de personal.
3. Proceder a la apertura de las válvulas de descarga de la cisterna.
4. Verificar que no haya pérdidas.
5. Comenzar descarga:
 - 5.1. Abrir válvula de succión de la bomba.
 - 5.2. Abrir aire a la bomba de doble diafragma.
 - 5.3. Al finalizar la descarga cerrar la válvula de la succión.
 - 5.4. Apagar la bomba.
 - 5.5. Cerrar la válvula de salida de la cisterna.
 - 5.6. Purgar la línea de salida hacia un recipiente ubicado para tal fin.
6. Despejar el área, asegurando que no haya pérdidas y que todas las válvulas queden para una nueva descarga.



ALMACENAMIENTO DE AMONÍACO ANHIDRO

DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE

Para dimensionar el tanque, se optó el método del tiempo de la autonomía. Se escogieron 2 días (tiempo de stock). Hay que tener en cuenta que el transporte de NH₃, se efectúa por carretera mediante camiones y por lo tanto se considera un tiempo de residencia suficiente para mantener a la planta operativa si hubiere problemas ajenos a la misma.

El consumo que se maneja en la planta es de 2000kg/h.

El tipo de tanque adoptado es *Habano* o cilindro horizontal.

El NH₃ será almacenado a temperatura ambiente y presurizado para obtenerlo y usarlo en estado líquido. En el tanque, se manejará una presión operativa entre 6 a 8 bar, dependiendo de la estación del año.

La relación adoptada para tanque de almacenamiento en torno a diámetro y longitud es de: $\frac{L}{D} = 3,5$.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
m	Consumo Másico	2000	kg/h
ρ	Densidad	600	kg/m ³
Q	Consumo Volumétrico	80	m ³ /día
τ	Tiempo de Stock	2	días
f	Factor Sobredimensionamiento	1,15	
V	Volumen Tanque	180	m ³
D	Diámetro	4	m
L	Longitud	14	m
P	Presión interna	6-8	bar
Eci	Espesor cilindro	16	mm
Eca	Espesor casquete	16	mm

El volumen del tanque será de **V = 80 m³**.

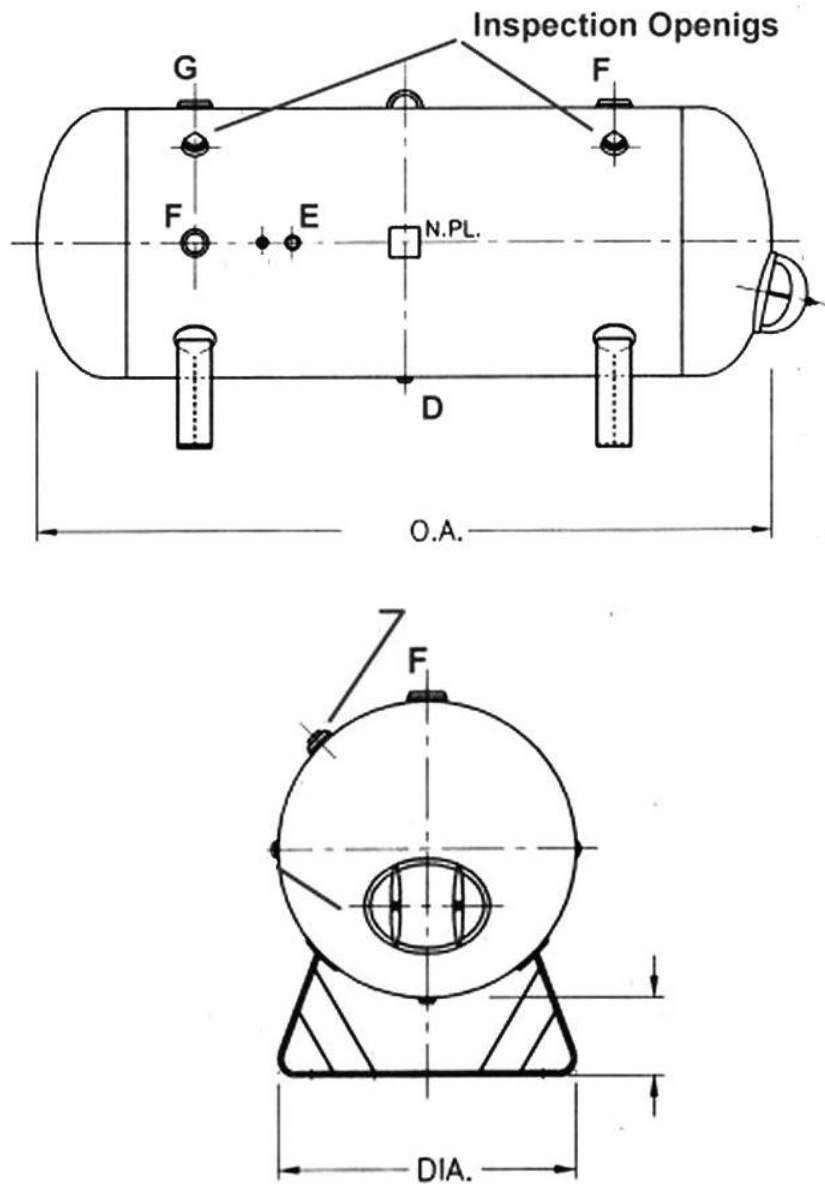
La materia prima será recibida en camiones cisterna con una capacidad de 18ton o 26m³. Se prevé un stock de 2 días, para tener en cuenta vagas en el transporte y otros contratiempos. A continuación, se muestra el cálculo del número de camiones necesarios para subministrar el reactivo en la planta:

$$N^{\circ} \frac{\text{Camiones}}{\text{día}} = \frac{48 \text{ ton NH}_3/\text{día}}{18 \text{ ton NH}_3/\text{Camión}} = 3 \text{ Camiones/día}$$

Material Constructivo

Se seleccionará un tanque cilíndrico horizontal, del tipo habano. Además, se optará por **Acero al Carbono**. Es un acero barato, que se puede usar con NH₃ anhidro. El mecanismo de corrosión habitual en NH₃ es SCC. No obstante, al estar estanco y a una temperatura ambiente, este material resulta una opción adecuada.

Diagrama del Tanque



DESCARGA AMONIACO ANHIDRO

El NH₃, vendrá presurizado en camiones cisternas. Los mismos tienen una capacidad de 18ton o 23m³. Y el NH₃ estará presurizado a, aproximadamente, 7kg.

Previamente a ingresar a planta, el camión será inspeccionado, y si cumple cierta información mínima y el chequeo de mismo está aprobado, se procede al ingreso.

La descarga será efectuada por dos personas. Un técnico en campo y un operador de consola.

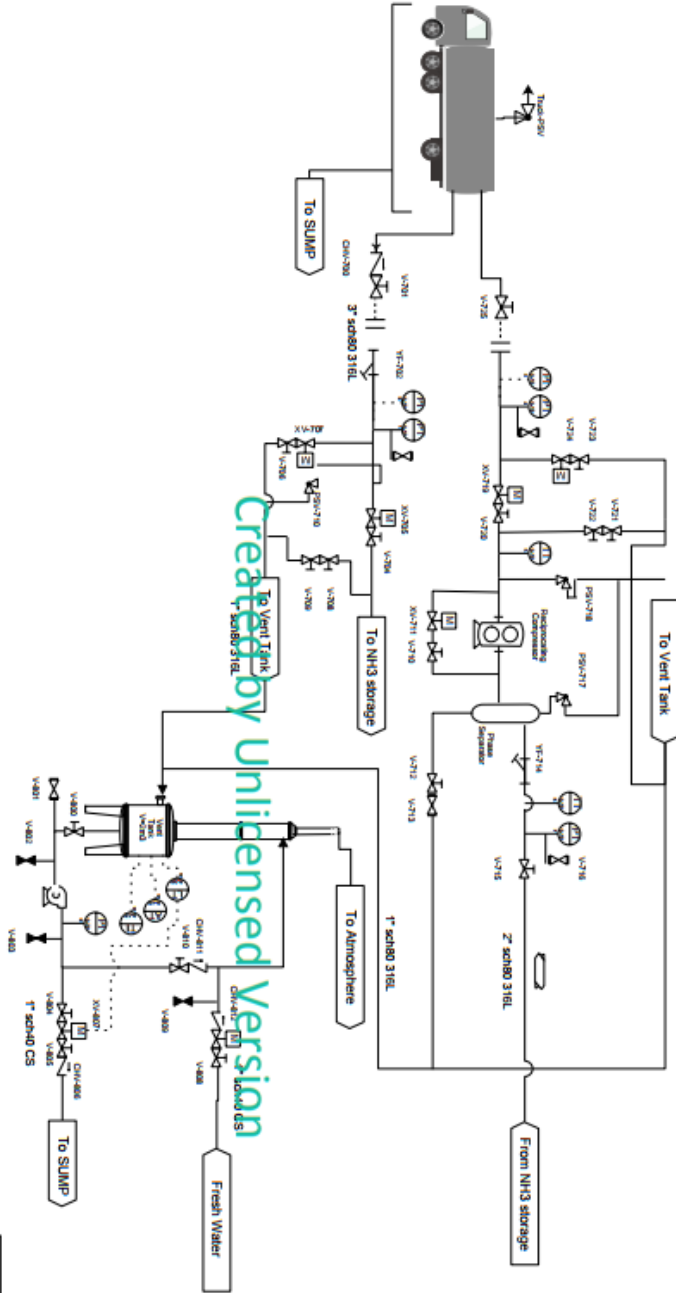
El técnico en campo deberá contar con los EPP adecuados (traje químico, máscara con cartuchos filtrantes de NH₃, guantes criogénicos y zapatos de seguridad).

La conexión entre las cañerías de descarga y la cisterna se realizará por medio de mangueras flexibles aptas para NH₃.

1. Se verificará que el pH del *Vent Tank* no supere el valor de 9 upH (para poder ventear).
2. Conexión de mangueras de descarga.
3. Verificación de válvulas. (Abiertas y cerradas según corresponda).
4. Secuencia de descarga:
 - 4.1. Ecuilización de brazos. (Hasta las primeras "XV" en cada uno).
 - 4.2. Transferencia de producto (El vapor del tanque, mediante el compresor, presiona el líquido de la cisterna para hacerlo llegar al tanque de almacenamiento)
 - 4.3. Finalización de descarga (Cuando deje de pasar líquido).
 - 4.4. Cierre de las "XV" mencionadas, apagar compresor.
 - 4.5. Venteo de presión residual en brazos, hacia Vent Tank.
5. Cierre válvulas de cisterna, seguido de desconexión de mangueras.
6. Bajar pH del Vent Tank para próxima descarga (con agua fresca).

NOTA: La descarga durará alrededor de dos (2) horas.

Created by Unlicensed Version

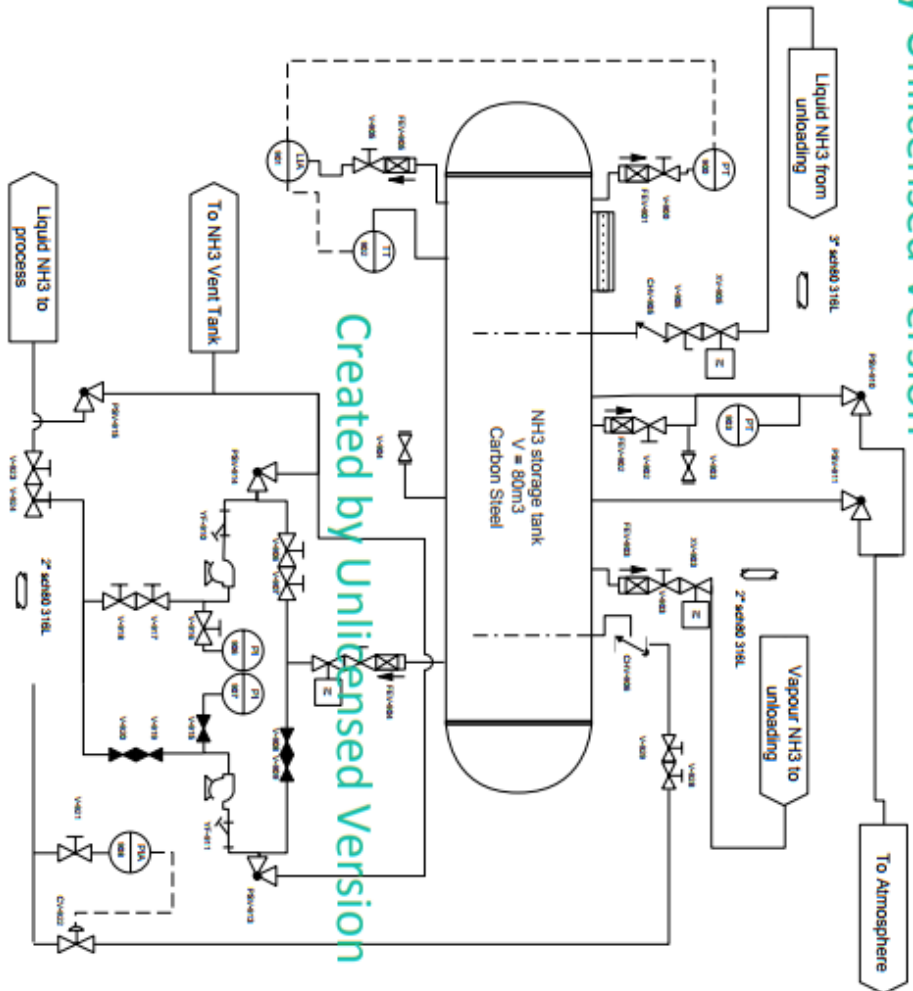


Created by Unlicensed Version

Created by Unlicensed Version

SULFATO DE AMONIO	
REVISION N° 1	
PLANTA Sulfato de Amonio COMINA, CALLE 1, SAN VICENTE de las ERAS, BARRIO Nueva Esperanza	
PROYECTO	ASGA
TIPO	INDUSTRIAL
DESCARGA DE NH ₃	DESCARGA DE NH ₃

Created by Unlicensed Version



Created by Unlicensed Version

Created by Unlicensed Version

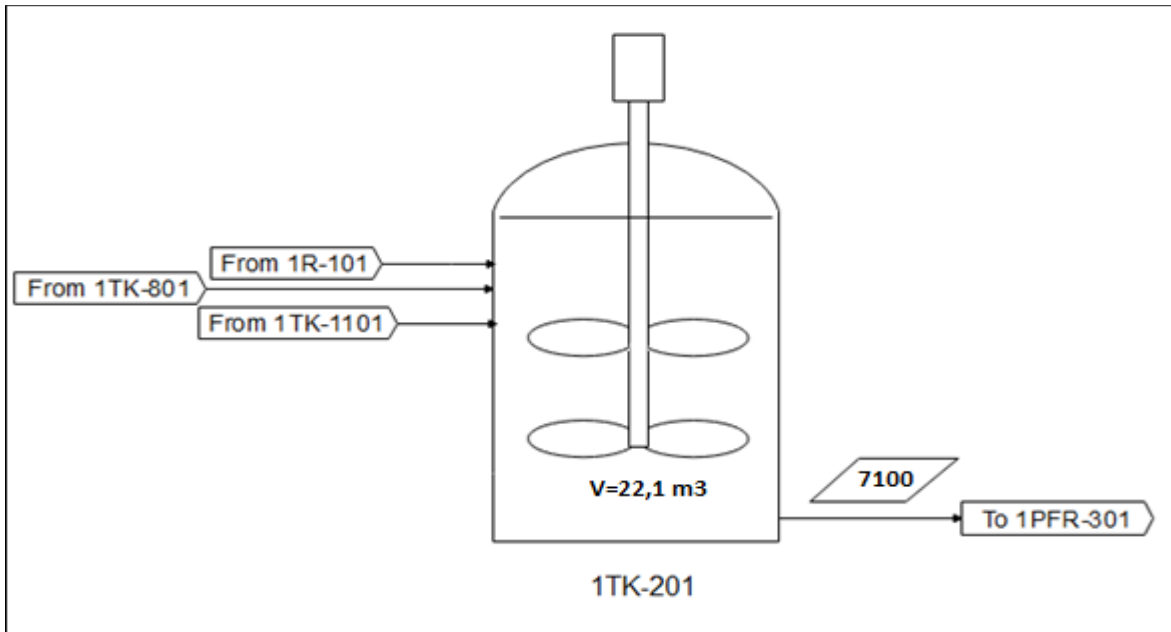
SULFATO DE AMONIO			
Revision N° 1			
CONTROL DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE NH3 CONTROL DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE NH3			
PROYECTO	AREA	SECTOR	ASOCIACION N°
P&ID - ALMACENAMIENTO DE NH3			
(NOMBRE DEL INGENIERO) INGENIERO	(FECHA) 2010	(LUGAR) CHILE	(OTRO) 10

DIMENSIONAMIENTO EQUIPOS

Se determinaron las dimensiones básicas de los siguientes equipos:

Tanque de mezclado 1TK-201

Se trata del recipiente de mezcla de las corrientes de salida del RTAC, el reciclo de agua, y salida de la torre de absorción.



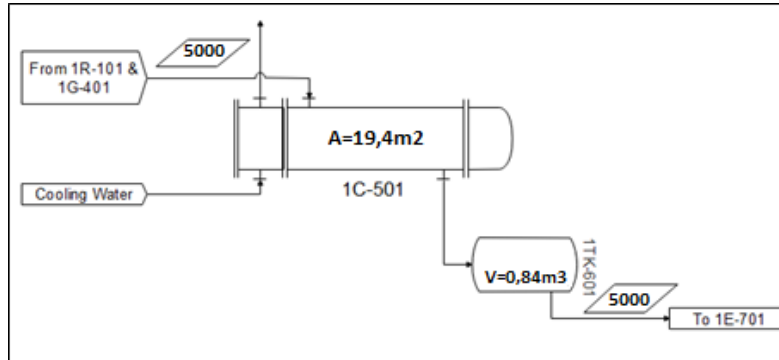
Estableciendo un tiempo de residencia de 4h (para tener reserva de producto y no sea necesario parar el proceso ante un inconveniente aguas arriba) y en base al caudal de salida y heurísticos, se determinó:

Variable	Descripción	Valor	Unidad
m	Caudal másico de salida	7100	kg/h
ρ	Densidad de salida	1286	kg/m ³
Q	Caudal volumétrico de salida	5,5	m ³ /h
τ	Tiempo de residencia	4,0	h
V	Volumen	22,1	m ³
H	Altura	4,0	m
D	Diámetro	2,7	m
v_A	Velocidad de Agitación	100	rpm
NA	Número de Agitadores	2	

El material constructivo será Alloy 20.

Condensador 1C-501 y Tanque de Condensado 1TK-601

Se trata del equipo utilizado para separar el vapor de agua del amoniaco y aire gaseosos, a fin de recuperar la mayor cantidad posible de agua para re-procesarla; y su correspondiente tanque de condensado.



Partiendo del balance de energía, se recurrió a valores recomendados de Coeficiente Global de Transferencia U para este caso, a fin de obtener un valor aproximado de Área de Intercambio necesaria.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
m	Caudal másico	5000	kg/h
ΔH	Variación de entalpía	2460	kJ/kg
Q	Calor removido	12303148	kJ/h
DTML	Diferencia media logarítmica de temperatura	58	°C
U	Coeficiente global de transferencia	10800	kJ/m ² h°C
A	Área de intercambio	19,4	m ²

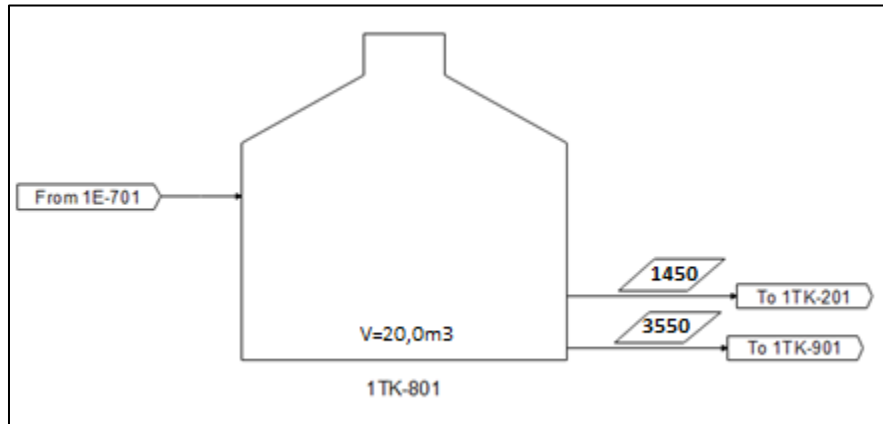
Para el tanque de almacenamiento de condensado, se estableció un tiempo de residencia de 10 minutos, dando como resultado:

Variable	Descripción	Valor	Unidad
m	Caudal másico de salida	5000	kg/h
ρ	Densidad de salida	1000	kg/m ³
Q	Caudal volumétrico de salida	1,39E-03	m ³ /s
τ	Tiempo de residencia	600	s
V	Volumen	0,84	m ³
H	Altura	1,02	m
D	Diámetro	1,02	m

El material constructivo será Acero al Carbono.

Tanque pulmón 1TK-801

Se trata del recipiente almacenamiento del agua fría condensada de reciclo.



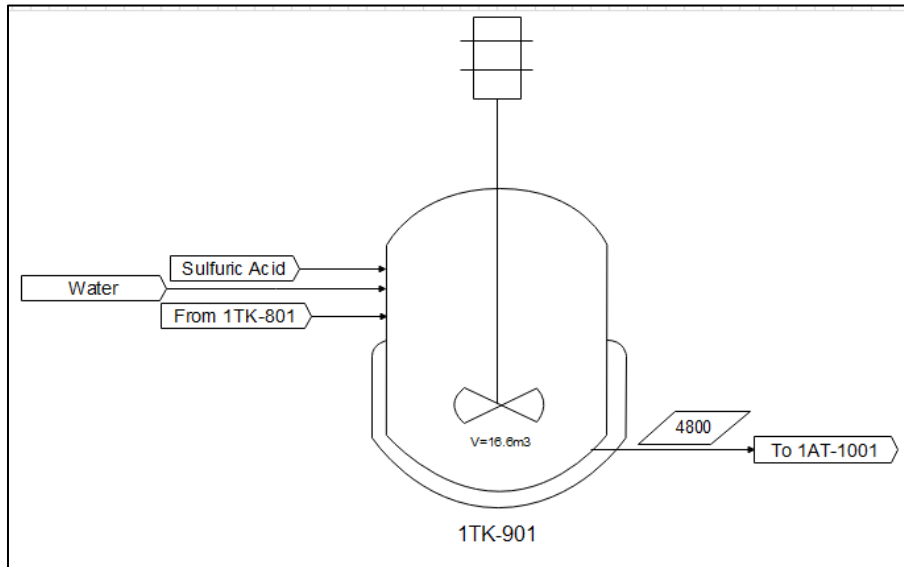
Estableciendo un tiempo de residencia de 4h (para tener reserva de producto y no sea necesario parar el proceso ante un inconveniente aguas arriba) y en base al caudal de salida y heurísticos, se determinó:

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal másico de salida	5000	kg/h
ρ	Densidad de salida	1000	kg/m ³
Q	Caudal volumétrico de salida	5,0	m ³ /h
τ	Tiempo de residencia	4	h
V	Volumen	20,0	m ³
H	Altura	3,9	m
D	Diámetro	2,6	m

El material constructivo será Acero al Carbono.

Tanque de mezclado 1TK-901

Se trata del recipiente de mezcla de las corrientes de alimentación a la torre de absorción.



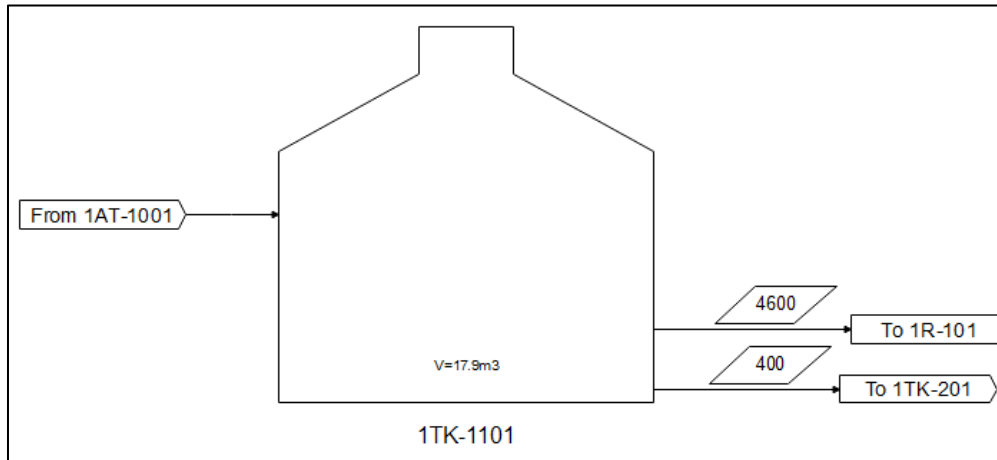
Estableciendo un tiempo de residencia de 4h (para tener reserva de producto y no sea necesario parar el proceso ante un inconveniente aguas arriba) y en base al caudal de salida y heurísticos, se determinó:

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal másico de salida	4800	kg/h
ρ	Densidad de salida	1154	kg/m ³
Q	Caudal volumétrico de salida	4,2	m ³ /h
τ	Tiempo de residencia	4	h
V	Volumen	16,6	m ³
H	Altura	3,6	m
D	Diámetro	2,4	m
v_A	Velocidad de Agitación	100	rpm

El material constructivo será Alloy 20.

Tanque pulmón 1TK-1101

Se trata del recipiente almacenamiento de la salida de la torre de absorción.



Estableciendo un tiempo de residencia de 4h (para tener reserva de producto y no sea necesario parar el proceso ante un inconveniente aguas arriba) y en base al caudal de salida y heurísticos, se determinó:

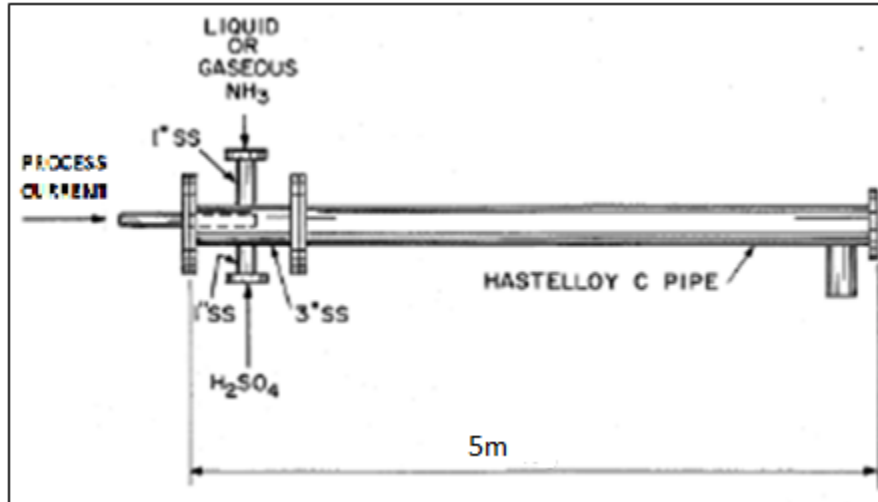
<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal másico de salida	5000	kg/h
ρ	Densidad de salida	1115	kg/m ³
Q	Caudal volumétrico de salida	4,5	m ³ /h
τ	Tiempo de residencia	4	h
V	Volumen	17,9	m ³
H	Altura	3,7	m
D	Diámetro	2,5	m

El material constructivo será una fibra resistente a una solución ácida estancada.

Reactor Tubular 1PFR-301

Se trata de un reactor tubular en "T": por la entrada principal ingresa la corriente con el producto, y por los laterales las materias primas frescas.

La reacción alcanza los 152°C y 4bar.



Los principales parámetros de diseño son:

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal másico de entrada	10700	kg/h
ρ	Densidad de entrada	1360	kg/m ³
Q	Caudal volumétrico entrada	8	m ³ /h
τ	Tiempo de residencia	10	s
V	Volumen	0,02	m ³
L	Largo	5	m
D	Diámetro interno	0,0736	m
ϕ	3" sch80		

El material constructivo será Alloy 20.

Granulador 1G-401

Para este equipo, donde se produce la cristalización en forma de gránulos del producto final, se tomaron dimensiones estándares recomendadas por proveedores de equipos para la producción de fertilizantes.



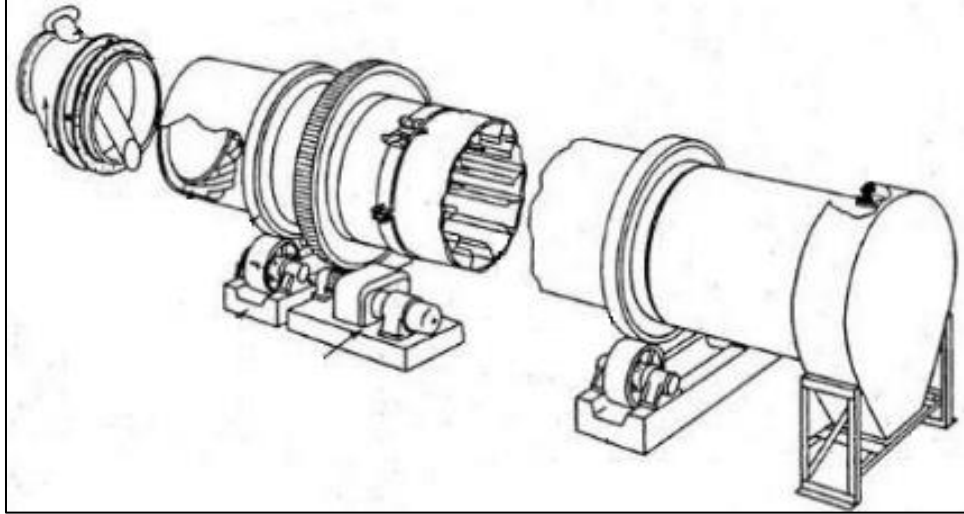
<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal másico	8500	kg/h
D	Diámetro	1,8	m
L	Longitud	7,0	m
n	Velocidad de rotación	11,5	rpm
θ	Inclinación	2	°
P	Potencia motor	20	HP

Las estructuras metálicas son de Acero al Carbono.

El interior del cuerpo está revestido de un caucho especial, para evitar corrosión y prolongar la vida útil del equipo, a la vez que asegura la adhesión de los gránulos.

Secador Rotatorio 2D-101

Para este equipo, donde se produce el secado de gránulos y reducción de humedad hasta su valor final, se tomaron dimensiones estándares recomendadas por proveedores de equipos para la producción de fertilizantes.

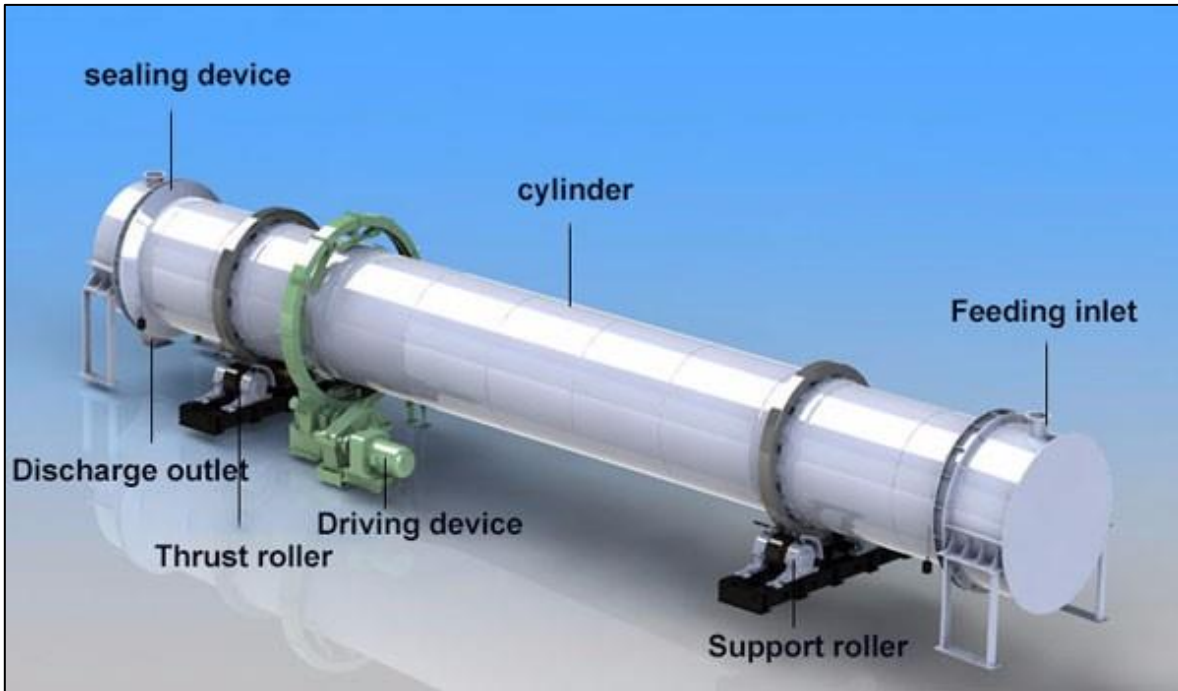


<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal másico producto	8500	kg/h
T1	Temperatura de entrada	73	°C
T2	Temperatura de salida	105	°C
Q	Calor Intercambiado	1182121	kJ/h
m	Caudal másico de gas	4007	kg/h
T1	Temperatura entrada gas	400	°C
T2	Temperatura salida gas	105	°C
D	Diámetro	1,8	m
L	Longitud	15,0	m
n	Velocidad de rotación	3,9	rpm
θ	Inclinación	3	°
P	Potencia motor	25	HP

Las estructuras metálicas son de Acero al Carbono.

Cooler 2CL-201

Para este equipo, donde se enfría el producto final hasta la temperatura necesaria para las siguientes etapas, se tomaron dimensiones estándares recomendadas por proveedores de equipos para la producción de fertilizantes.



<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal másico	7500	kg/h
T1	Temperatura de entrada	105	°C
T2	Temperatura de salida	25	°C
Q	Calor Intercambiado	1118330	kJ/h
m	Caudal másico de gas	20333	kg/h
T1	Temperatura entrada gas	25	
T2	Temperatura salida gas	80	°C
D	Diámetro	1,5	m
L	Longitud	18,0	m
n	Velocidad de rotación	5	rpm
θ	Inclinación	3	°

Las estructuras metálicas son de Acero de alta calidad.

Tamiz 2S-301

Para este equipo, donde se separan los gránulos en función de su tamaño, se tomaron dimensiones estándares recomendadas por proveedores de equipos para la producción de fertilizantes.

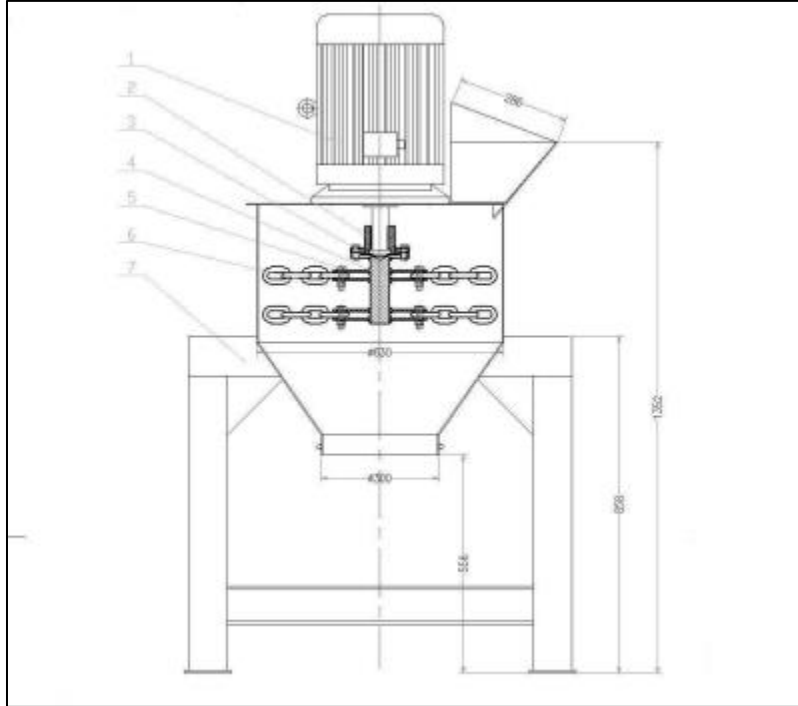


<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal másico	8500	kg/h
D	Diámetro	1,5	m
L	Longitud	5,0	m
n	Velocidad de rotación	14	rpm
θ	Inclinación	2	°
P	Potencia motor	7	HP

Las estructuras metálicas son de Acero al Carbono.

Trituradora 2CR-401

Para este equipo, donde se reduce el tamaño de los gránulos de mayor diámetro, se tomaron dimensiones estándares recomendadas por proveedores de equipos para la producción de fertilizantes.



<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal másico	500	kg/h
$\phi_{\text{máx}}$	Tamaño máximo de partícula	60	mm
ϕ	Tamaño de partícula de salida	1	mm
H	Alto	1,5	m
D	Diámetro	1	m
P	Potencia motor	15	HP

Las estructuras metálicas son de Acero al Carbono.

Coating Machine 2CT-501

Para este equipo, donde se agrega el agente protector de los gránulos, se tomaron dimensiones estándares recomendadas por proveedores de equipos para la producción de fertilizantes.



<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal máxico	7500	kg/h
D	Diámetro	1,4	m
L	Longitud	4,0	m
n	Velocidad de rotación	13	rpm
θ	Inclinación	3	°
P	Potencia motor	10	HP

Las estructuras metálicas son de acero al carbono.

Proveedores equipos de fertilizantes

Los equipos tipo Granulador, Dryer, Cooler, Tamiz y Coating Machine, muy comunes en la industria de fertilizantes, tienen como principales proveedores:

1. **ALLANCE FERTILIZER MACHINERY:** Zhengzhou city, Henan Province, China.
<http://www.fertilizer-machine.net>
2. **WHIRLSTON MACHINERY:** Zhengzhou city, Henan Province, China.
<http://www.fertilizer-machine.net>

Tolva 2H-601

La mayoría de los fertilizantes sólidos muestran una tendencia natural a formar grumos o apelmazamiento durante el almacenamiento y transporte, por crear polvo o por recoger la humedad.

Existen revestimientos hechos a la medida que mantienen exitosamente fluidos los fertilizantes, evitando el aglomerado, el polvo y la absorción de humedad. Ya sea, en estado líquido o sólido.

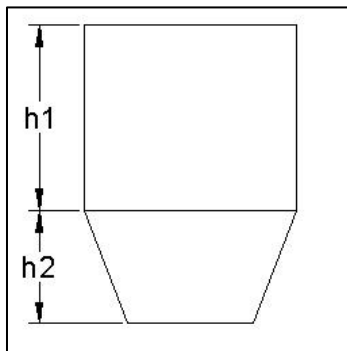
Además, pueden estabilizar la superficie del mismo, mejorar la apariencia y modificar la absorción de nutrientes para un beneficio.

Desde talco, tierra, aceites refinados, naturales, mezclas de termoplásticos, resinas, glicerina, surfactantes, hasta los más desarrollados actualmente, pero de elevado costo como polímeros solubles e insolubles.

Los agentes de coating, generalmente son inertes para el suelo.

El este caso, se optará por usar talco mineral, formado por silicatos de magnesio ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), una opción no tan costosa y fácil de manejar, además de ser, ampliamente, la más usada para este tipo de producto.

Para el sulfato de amonio, se prefiere que esté en una proporción de 2 a 5 % respecto del total. Para esto, se optó por una tolva de almacenaje (2H-601) y un tornillo dosificador del sólido (SC-602).



<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
C	Capacidad	2800	kg
V	Volumen	1	m ³
τ	Tiempo de residencia	8	h
D	Diámetro superior	0,85	m
d	Diámetro inferior	0,28	m
H1	Altura superior	1,7	m
H2	Altura inferior	0,42	m
θ	Ángulo sección inferior	60	°

El material constructivo será Acero al Carbono.

Tornillo SC-602

Para dosificar el agente recubridor, al ser sólido, se optó por un tornillo, con un reductor que proviene directo de un motor. Con la velocidad de giro del tornillo, o frecuencia del motor, (modificada por un variador), se puede controlar caudal de sólido.

Esto, siempre y cuando se conozcan algunas variables del tornillo. Tipo de hélice, paso de la misma, diámetro, %de altura ocupada, velocidad de giro, etc.

Según el tipo de material a desplazar, la velocidad de giro del tornillo suele estar comprendida, con buena aproximación, entre los siguientes rangos:

- Materiales pesados → $n \approx 50$ r.p.m.
- Materiales ligeros → $n < 150$ r.p.m.

En general, se cumple que la velocidad de giro de un transportador de tornillo es inversamente proporcional a:

- El peso a granel del material a transportar
- El grado de abrasividad del material a transportar
- Diámetro del tornillo.

Se optará por una velocidad de 50 r.p.m. Y un largo de 2m (El adecuado para llegar al cilindro de coating desde la ubicación de la tolva). El diámetro de tornillo igual al paso del mismo.

La ecuación de diseño:

$$Q = 3600 \cdot \lambda \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{p \cdot n}{60} \cdot \rho \cdot i$$

λ : Coeficiente de relleno de la sección.

Este coeficiente de relleno (λ) deberá ser menor que la unidad con objeto de evitar que se produzca amontonamiento del material que dificultaría su correcto flujo a lo largo del canalón.

D: Es el diámetro del canalón del transportador, en m

P: Es el paso del tornillo o paso de hélice, en m

n: Es la velocidad de giro del eje del tornillo, en r.p.m.

i: Es el coeficiente de disminución del flujo de material debido a la inclinación del transportador.

Inclinación del canalón	0°	5°	10°	15°	20°
<i>i</i>	1	0,9	0,8	0,7	0,6
Tipo de carga			Coeficiente de relleno, λ		
Pesada y abrasiva			0,125		
Pesada y poco abrasiva			0,25		
Ligera y poco abrasiva			0,32		
Ligera y no abrasiva			0,4		

Considerando una inclinación de 10° (Para ayudar a la dosificación) y un coeficiente de relleno de 0,32 se obtiene un diámetro, **D = 5,6 cm.**

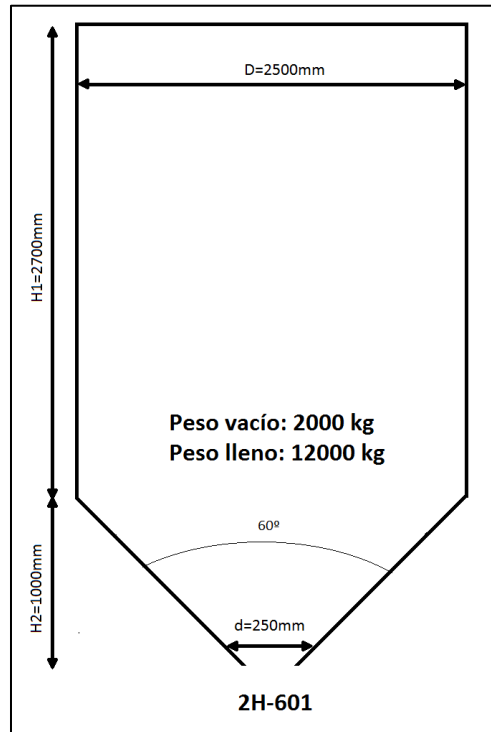


Esquema de tornillo-tolva adoptado

El material constructivo del tornillo será acero al carbono, con recubrimiento de un film protector, que actúe como teflonado para prever que el producto se “pegue” al tornillo y además, protegerlo.

Tolva 2H-701

Es el equipo de almacenamiento del producto final. Cada una constará de una capacidad de 10000kg, por lo que, teniendo en cuenta un tiempo de residencia de 8hs, se deberá contar con 6 tolvas en paralelo.



<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
C	Capacidad	10000	kg
D	Diámetro superior	2,5	m
d	Diámetro inferior	0,25	m
H1	Altura superior	2,7	m
H2	Altura inferior	1	m
θ	Ángulo sección inferior	60	°

El material constructivo será Acero al Carbono.

Filtro de mangas 2B-801 y Ventilador B-802

Este equipo se dimensionó en base a la velocidad de ascenso promedio recomendada para fertilizantes del tipo de Sulfato de Amonio. La misma se prefiere que sea laminar.

Una caída de presión de 10mmH₂O, recomendada por fabricantes, es la operacional en este tipo de equipos.

Se seleccionaron mangas de teflón de 3mm, ya que presentan una excelente resistencia a la alta temperatura, y a la abrasión por ácidos y bases.

Las dimensiones como largo y altura, se tomaron en base a factores de forma recomendados.



<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal de aire	24340	Nm ³ /h
A	Sección filtrante	200	m ²
D	Ancho	2,5	m
H	Altura	8,5	m
L	Largo	3,5	m
P_A	Presión aire soplado	7	bar
V_F	Velocidad filtración	0,041	m/s
C_P	Concentración (s)	50000	ppm
ΔP	Caída de presión	10	mmH ₂ O
u	Tamaño partícula	100	μm
P	Potencia motor extracción	1	HP
N_M	Cantidad Mangas	128	unidades
D_M	Diámetro Mangas	15	cm
Θ	Tiempo de soplado	5	s

LAY OUT

INTRODUCCIÓN

El principal motivo del arreglo de la planta es optimizar la distribución de equipos, recursos humanos, materiales y servicios auxiliares, de manera que el valor creado por el sistema de producción sea el máximo posible.

La distribución en planta es un proceso complejo, con numerosos factores implicados, cuyo resultado afecta directamente a los costos y a la productividad de la empresa, comprometiendo a esta a largo plazo en la mayoría de las ocasiones, de ahí su carácter estratégico.

Fijados los objetivos, se busca aquella distribución que los alcance más eficientemente, la cual queda determinada principalmente por la configuración productiva. La **operación continua** se corresponde con la *distribución por producto*, la **operación por lote** con la *distribución por proceso* y los **proyectos** con *distribuciones por componente fijo*.

Existen varias técnicas para determinar la distribución de planta. Se entiende a la planta como un sistema compuesto de departamentos individuales en interacción, que determinan la eficiencia en el cumplimiento de objetivos de la empresa. Se debe considerar primero el modo de combinar los departamentos productivos, y luego se agregan los departamentos de servicios y las oficinas correspondientes.

OBJETIVOS Y PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Una buena distribución de planta es la que proporciona condiciones de trabajo aceptables y permite la operación más económica, a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar de los trabajadores.

Se busca entonces:

- **Integración total:** de todos los factores implicados.
- **Utilización del espacio cúbico:** Tener presente el espacio vertical
- **Seguridad y bienestar de los trabajadores**
- **Flexibilidad:** la distribución debe poder reajustarse fácilmente a cambios en el medio o en el proceso.

TIPOS BÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN

La distribución de planta afecta al manejo de los materiales, la utilización de los equipos, los niveles de inventario, la productividad de los trabajadores, e incluso la comunicación de grupo y la moral de los empleados.

Existen tres tipos básicos de distribución:

1. Disposición por componente principal fijo

La materia prima no se desplaza en la fábrica, sino que permanece en un solo lugar, y por lo tanto los equipos necesarios se llevan hasta ella. Se emplea con productos voluminosos y pesados, con pocas unidades producidas por unidad de tiempo. Por ejemplo buques y motores.

2. Disposición por proceso o función

Todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. Este sistema se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos con una misma maquinaria, en volúmenes relativamente pequeños. Por ejemplo, hilados, talleres de mantenimiento.

3. Disposición por producto o en línea

También conocida como Producción en Cadena, conlleva a ubicar todos los equipos necesarios para un determinado producto en la misma zona, ordenados de acuerdo al proceso de fabricación. Se emplea en los casos de elevado volumen de producción, de poca variedad de productos estandarizados. Por ejemplo, embotellado de gaseosas, montaje de automóviles.

MÉTODOS PARA DETERMINAR LA DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA

Los principales métodos son el de *Diagrama por Recorrido*, y el *SLP*.

❖ MÉTODO DEL DIAGRAMA POR RECORRIDO

Es un procedimiento iterativo que busca reducir al mínimo posible los flujos no adyacentes colocando en la posición central a los departamentos más activos. Se desarrolla una carta de recorridos para mostrar el número de movimientos efectuados entre departamentos, y así identificar a los más activos. La solución se logra por media de una serie de pruebas usando círculos para denotar los departamentos y las líneas conectoras para representar las cargas transportadas. Se llaman departamentos adyacentes a los que en la distribución se encuentren juntos, arriba, abajo, a los lados o en diagonal.

❖ SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING

Este método propone distribuciones basándose en la conveniencia de cercanía entre departamentos. Emplea la siguiente simbología:

Letra	Orden de proximidad	Valor en líneas
A	Absolutamente necesaria	Cuatro líneas rectas paralelas
E	Especialmente importante	Tres líneas rectas paralelas
I	Importante	Dos líneas rectas paralelas
O	Ordinaria o normal	Una línea recta paralela
U	Sin importancia	Sin línea
X	Indeseable	Una línea ondulada
XX	Muy indeseable	Dos líneas onduladas

CÁLCULO DE ÁREAS DE PLANTA

a. Recepción de materia prima y embarque de producto terminado

El área asignada depende de:

- i. Volumen de maniobra y frecuencia de recepción o embarque.
- ii. Tipo de materia (líquido, sólido, material voluminoso).
- iii. Forma de recepción y despacho. Se debe precisar el tipo de control que se hará.

b. Almacenes

- i. De Materia Prima: Se calcula en primer lugar el tamaño de lote económico, para luego determinar el área necesaria de almacenamiento.
- ii. De Producto Final: Dependerá de la magnitud del stock que se desea tener, así como de la frecuencia de despacho vs la tasa de producción.

c. Departamento de Producción

Su tamaño dependerá de:

- i. Número y dimensiones de equipos empleados.
- ii. Número de operarios.
- iii. Intensidad del tráfico de materiales.
- iv. Espacios para realizar maniobras, sobre todo de mantenimiento.
- v. Leyes de seguridad e higiene.

d. Control de calidad

El área destinada a este departamento dependerá del tipo de control que se requieran y de la cantidad de ensayos que se realicen.

e. Mantenimiento

Dependerá del tipo y frecuencia de mantenimiento que el proceso requiera.

f. Servicios auxiliares

Se incluyen tanques de agua de pozo, aire comprimido para instrumentos, agua de refrigeración, servicios eléctricos, sistemas de incendio, etc. La superficie requerida dependerá de:

- i. Número y dimensiones de quipos.
- ii. Espacios para realizar maniobras, sobre todo de mantenimiento.

g. Oficinas

Depende principalmente de la estructura organizacional. Se puede contar con oficinas privadas para los altos mandos, oficinas de ingeniería, oficinas de atención al público, etc.

h. Sanitarios

El espacio ocupado por estos dependerá del juicio de la empresa, así como las duchas, guardarropas y fumaderos. En general se sugiere un espacio de sanitario completo cada 7 trabajadores del mismo sexo.

i. Otros

Como comedores, enfermería, vigilancia, espacios verdes, etc.

DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

1. Recipientes

Los recipientes verticales grandes y las torres deben ser localizados de 2.5 a 3 diámetros alejados entre sí, de centro a centro.

Los acumuladores verticales deberán ser separados de 3 a 4 diámetros alejados entre sí, de centro a centro. A su vez, se deben localizar debajo del condensador.

La elevación mínima es de 1.5m del nivel del suelo.

Aquellos equipos que reciban flujo de materia prima, se deben colocar en los bordes de batería.

2. Tanques de almacenamiento

En el caso de materia prima, se colocan en áreas separadas de las unidades de proceso, con sus respectivas bombas de transferencia cerca.

3. Torres

Se deberán tener en cuenta las líneas principales de proceso, de forma que sean lo más cortas posible. A su vez, la elevación será de 0.9 a 1.5m, para proveer un NPSH suficiente.

Se debe considerar un espacio de plataformas para el acceso a válvulas, instrumentos, mantenimiento y limpieza internos. En diámetros menores a 0.5m no es práctico el acceso interno, por lo que la columna se debe construir de tramos de 2.5m para el mantenimiento.

Es recomendable que se ubiquen en extremos de la batería de equipos.

4. Intercambiadores de Calor

Se deberá tener un espacio suficiente para la remoción del mazo de tubos por mantenimiento y limpieza. En general se ubican a 1m del nivel del piso.

Los condensadores deberán estar cerca de su respectivo tanque de almacenamiento.

Los intercambiadores enfriadores deberán estar cercanos al equipo de proceso, a fin de disminuir el tramo de cañería aislada.

5. Bombas

Normalmente las bombas se localizan tan cerca como sea posible del recipiente del cual succionan, y al nivel del piso. Se deberán evitar bombas por debajo del nivel del suelo, a fin de ahorrar trabajo civil costoso, y problemas de mantenimiento y drenaje.

Las bombas elevadas causan problemas de vibración en las estructuras.

Las bombas centrífugas requieren espacio frontal para remoción de la flecha y mantenimiento del impulsor.

Las bombas deben alinearse para lograr una distribución estética. Normalmente bajo el rack de tuberías. Y espaciadas para fácil mantenimiento.

1. SELECCIÓN DEL TIPO DE DISTRIBUCIÓN

En el caso de la producción continua, estandarizada y de gran volumen de Sulfato de Amonio, la distribución seleccionada es la “Disposición en Línea”.

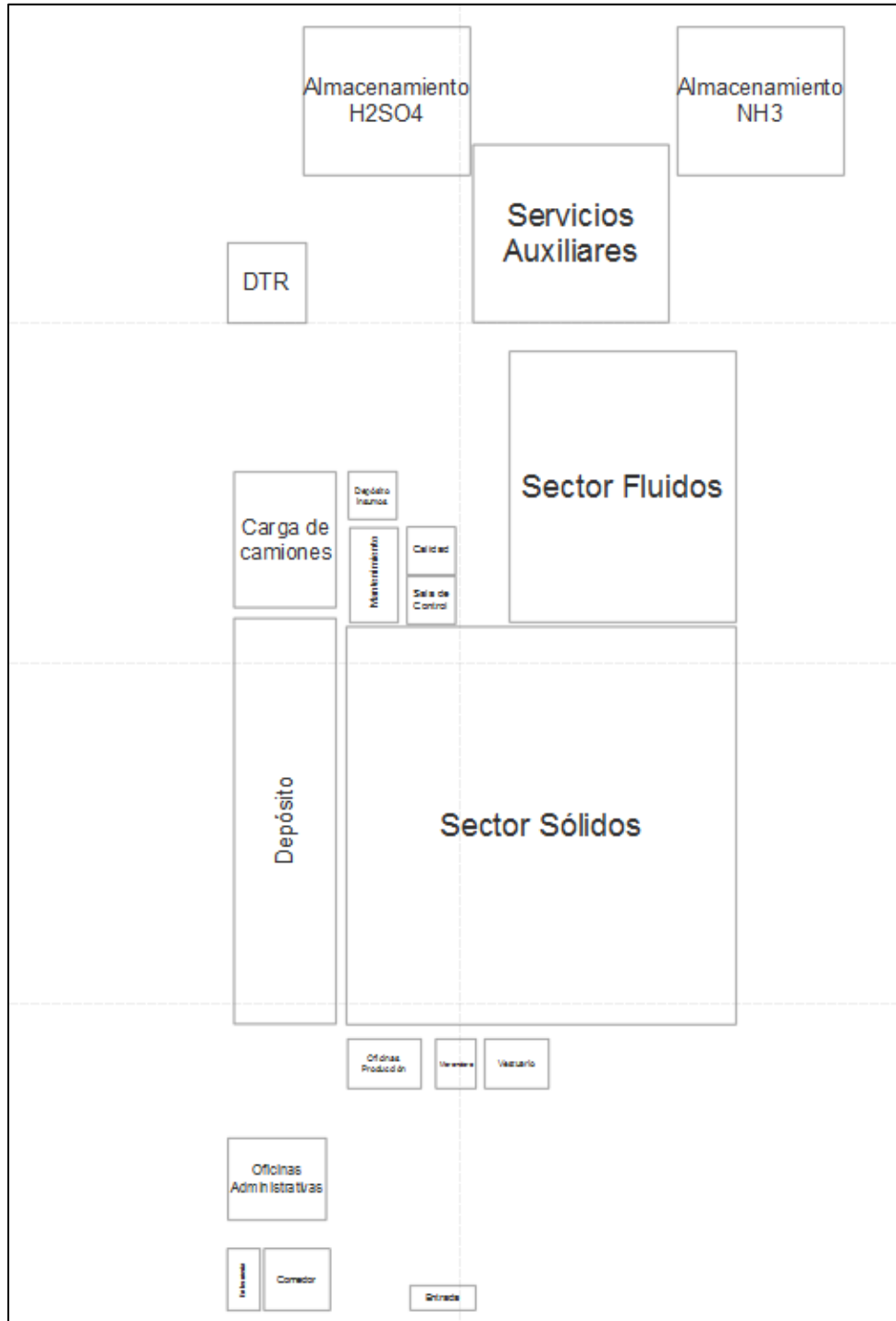
2. DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA DE PLANTA

En base al Método SLP, se realizó la siguiente matriz:

	Sector Fluido	Sector Sólido	Servicios Auxiliares	Almacenam. H2SO4	Almacenam. NH3	Depósito Producto	Despacho camiones	Depósito Residuos	Sala de Control	Mantenimiento	Depósito Insumos	Calidad	Vestuario	Merendero	Oficina Producción	Oficina Administrativa	Comedor	Enfermería
Sector Sólido	A																	
Servicios Auxiliares	E	E																
Almacenam. H2SO4	I	U	U															
Almacenam. NH3	I	U	U	X														
Depósito Producto	I	E	U	X	X													
Despacho camiones	O	I	U	U	U	A												
Depósito Residuos	I	E	I	U	U	I	E											
Sala de Control	E	E	I	I	I	O	U	U										
Mantenimiento	I	I	I	O	O	O	O	I	U									
Depósito Insumos	E	E	U	U	U	U	U	U	U	E								
Calidad	I	I	O	U	U	E	O	U	O	O	I							
Vestuario	O	O	U	U	U	U	U	U	O	O	U	O						
Merendero	O	O	U	U	U	U	U	U	I	O	U	O	U					
Oficina Producción	I	I	I	O	O	O	U	U	I	I	O	I	U	I				
Oficina Administrativa	X	X	X	XX	XX	X	X	X	X	X	X	U	U	U	O			
Comedor	X	X	X	XX	XX	X	X	X	X	X	X	U	U	U	O	O		
Enfermería	X	X	X	XX	XX	X	X	X	X	X	X	U	U	U	O	O	U	
Entrada Principal	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	U	U	U

Matriz SLP

El producto de la matriz nos da la siguiente distribución tentativa:



Lay Out de Planta

3. REQUERIMIENTO DE SUPERFICIE POR DEPARTAMENTO

Sector Fluido: El área ocupada por la totalidad de equipos es de 100m². Los mismos se distribuirán en 3 niveles. Teniendo en cuenta el espacio necesario entre equipos por normas de seguridad y también para mantenimiento, se consideró un exceso del área del 100%. A su vez, se consideró un sobredimensionamiento para futuras expansiones. La superficie asignada es 800m².

Sector Sólido: El área ocupada por la totalidad de equipos es de 200m². Teniendo en cuenta el espacio necesario entre equipos por normas de seguridad y también para mantenimiento, se consideró un exceso del área del 100%. A su vez, se consideró un sobredimensionamiento para futuras expansiones. La superficie total asignada es de 2000m².

Servicios Auxiliares: El área ocupada por la totalidad de equipos es de 50m². Teniendo en cuenta el espacio necesario entre equipos por normas de seguridad y también para mantenimiento, se consideró un exceso del área del 100%. A su vez, se consideró un sobredimensionamiento para futuras expansiones. La superficie total asignada es de 500m².

Almacenam. H2SO4: El área requerida por el tanque es de 60m². Teniendo en cuenta el espacio necesario para descarga de camiones, y otras normas de seguridad, se le asignó un área de 200m².

Almacenam. NH3: El área requerida por el tanque es de 75m². Teniendo en cuenta el espacio necesario para descarga de camiones, y otras normas de seguridad, se le asignó un área de 150m².

Depósito Producto: Para la determinación del área requerida para este espacio, se realizó el siguiente cálculo:

Variable	Valor	Unidad	Referencia
Producción	7500	kg/h	
Tiempo de residencia	5	días	
Capacidad	900000	kg	
Capacidad Pallet	900	kg	Peso estándar
Número Pallets	1000	pallets	
Pallets apilados	2	pallets	
Pallets por fila	6	pallets	Filas de 3 pallets
Área de fila	3,6	m ²	Pallet 100x120
Número de filas	167	filas	
Área inter-fila	0,4	m ²	
Área Pallets	660	m ²	
Área en exceso	25	%	
Área depósito	800	m ²	

Se asignó un área de 800m².

Despacho camiones: Se asignó un área de 220m².

Depósito Residuos: Se asignó un área de 100m².

Sala de Control: Teniendo en cuenta el número de operadores, se asignó un área de 40m².

Mantenimiento: Se asignó un área de 70m².

Depósito Insumos: Se asignó un área de 40m².

Laboratorio de Calidad: Teniendo en cuenta la naturaleza y frecuencia de los ensayos a realizar, se asignó un área de 40m².

Vestuario: Se asignó un área de 50m².

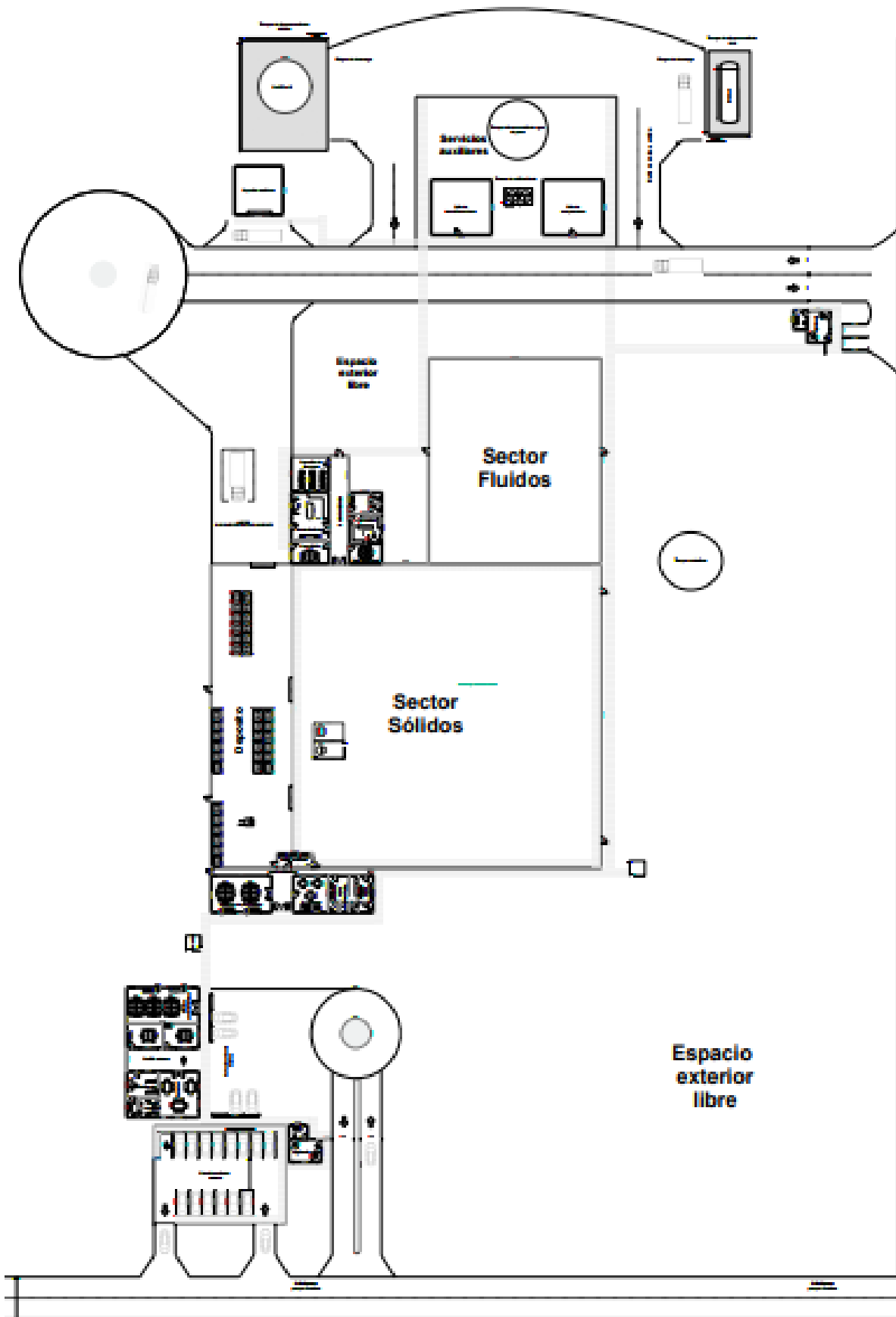
Merendero: Se asignó un área de 30m².

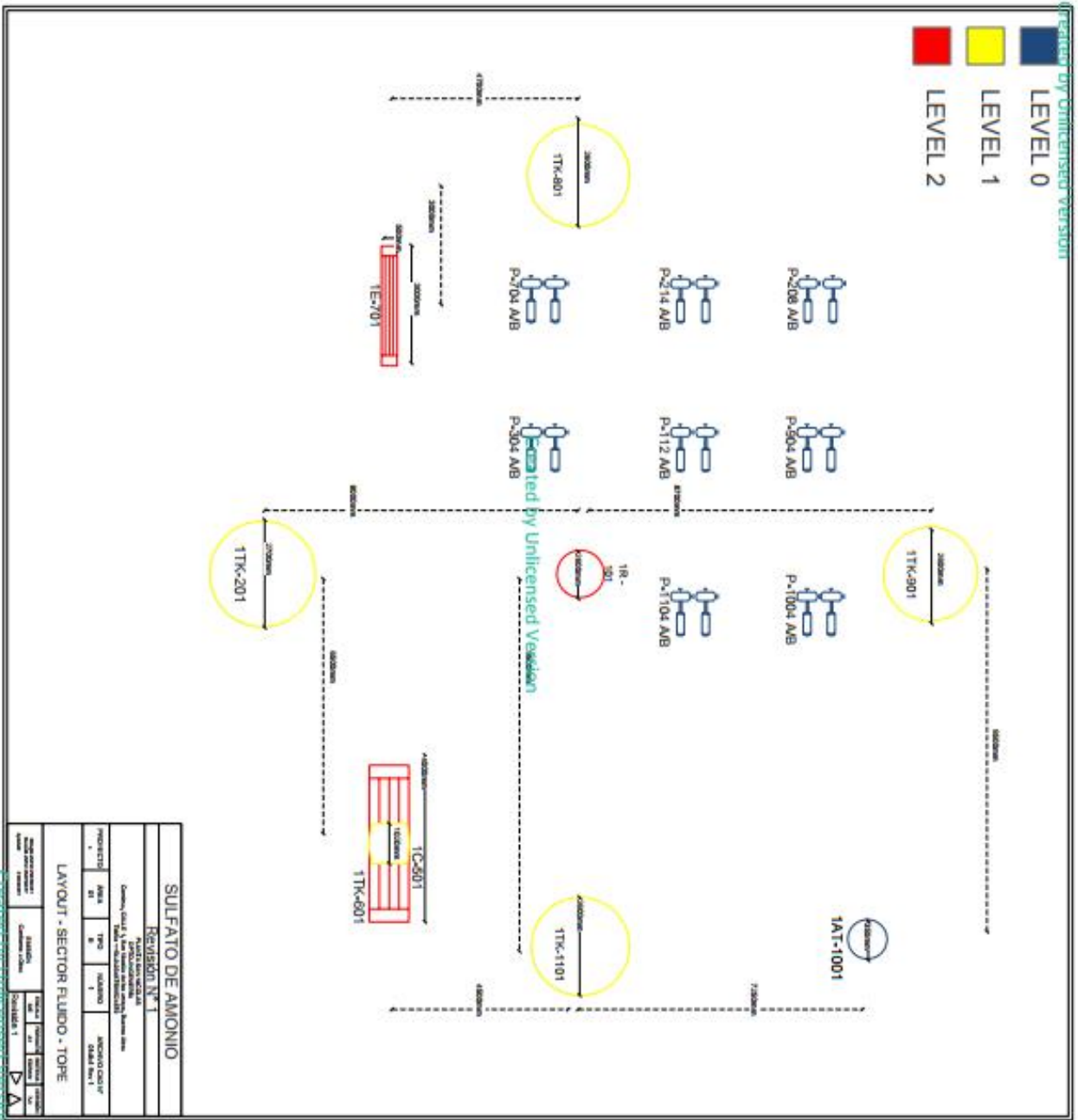
Oficina Producción: Teniendo en cuenta el número de personal de operación, se asignó un área de 55m².

Oficina Administrativa: Teniendo en cuenta el número de personal administrativo, se asignó un área de 120m².

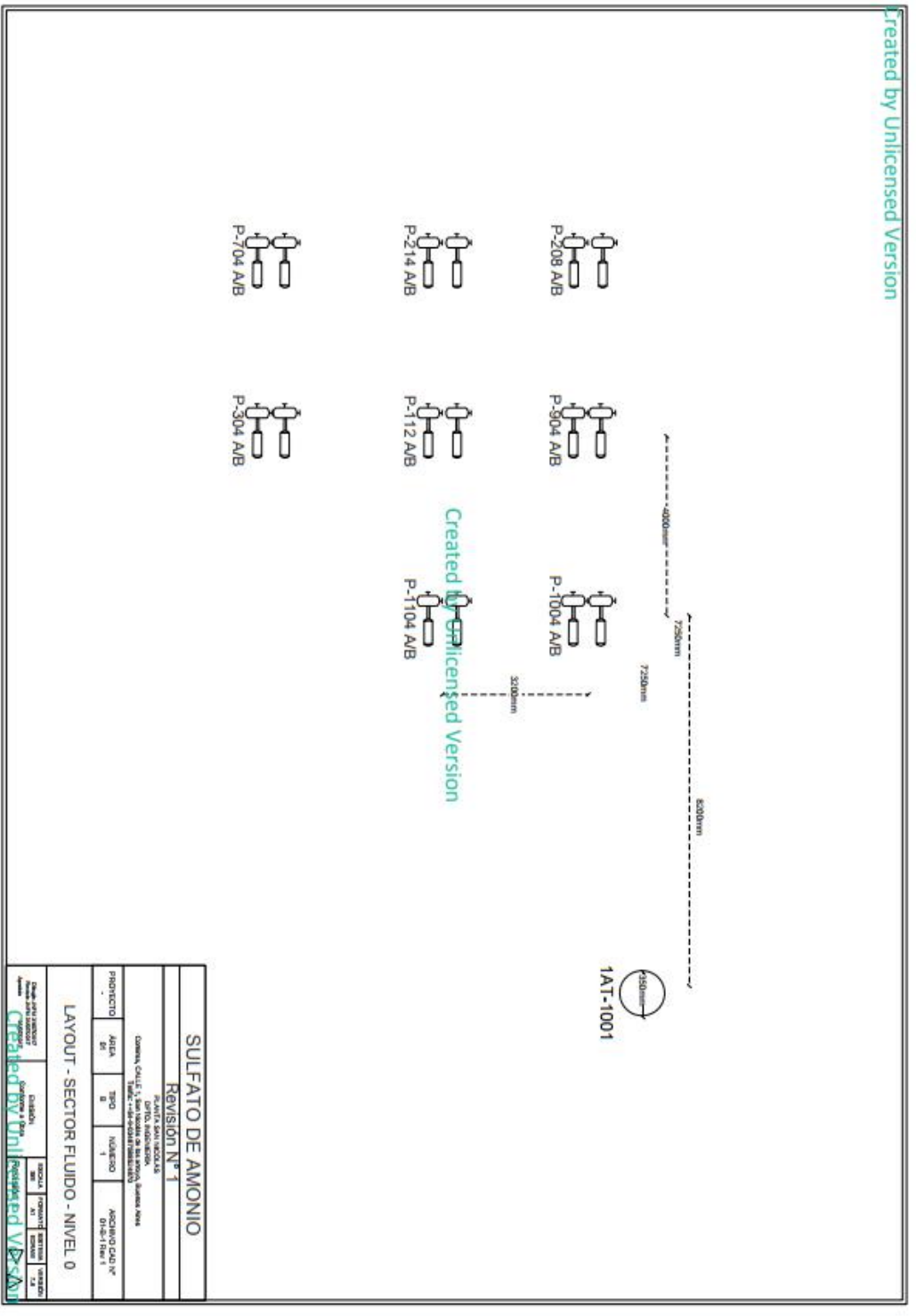
Comedor: Teniendo en cuenta el personal fuera de convenio, se asignó un área de 55m².

Enfermería: Teniendo en cuenta el personal, se asignó un área de 30m².



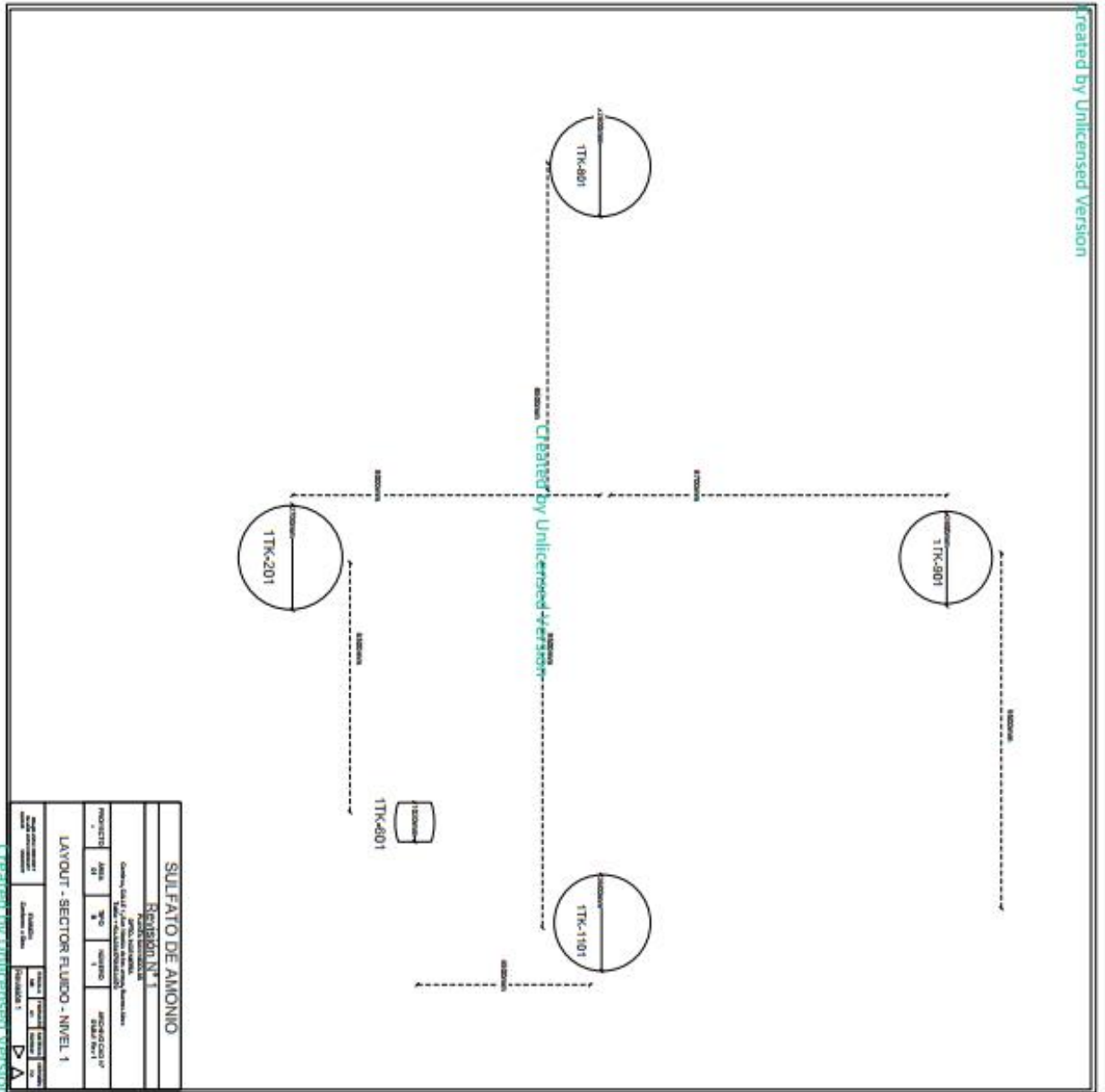


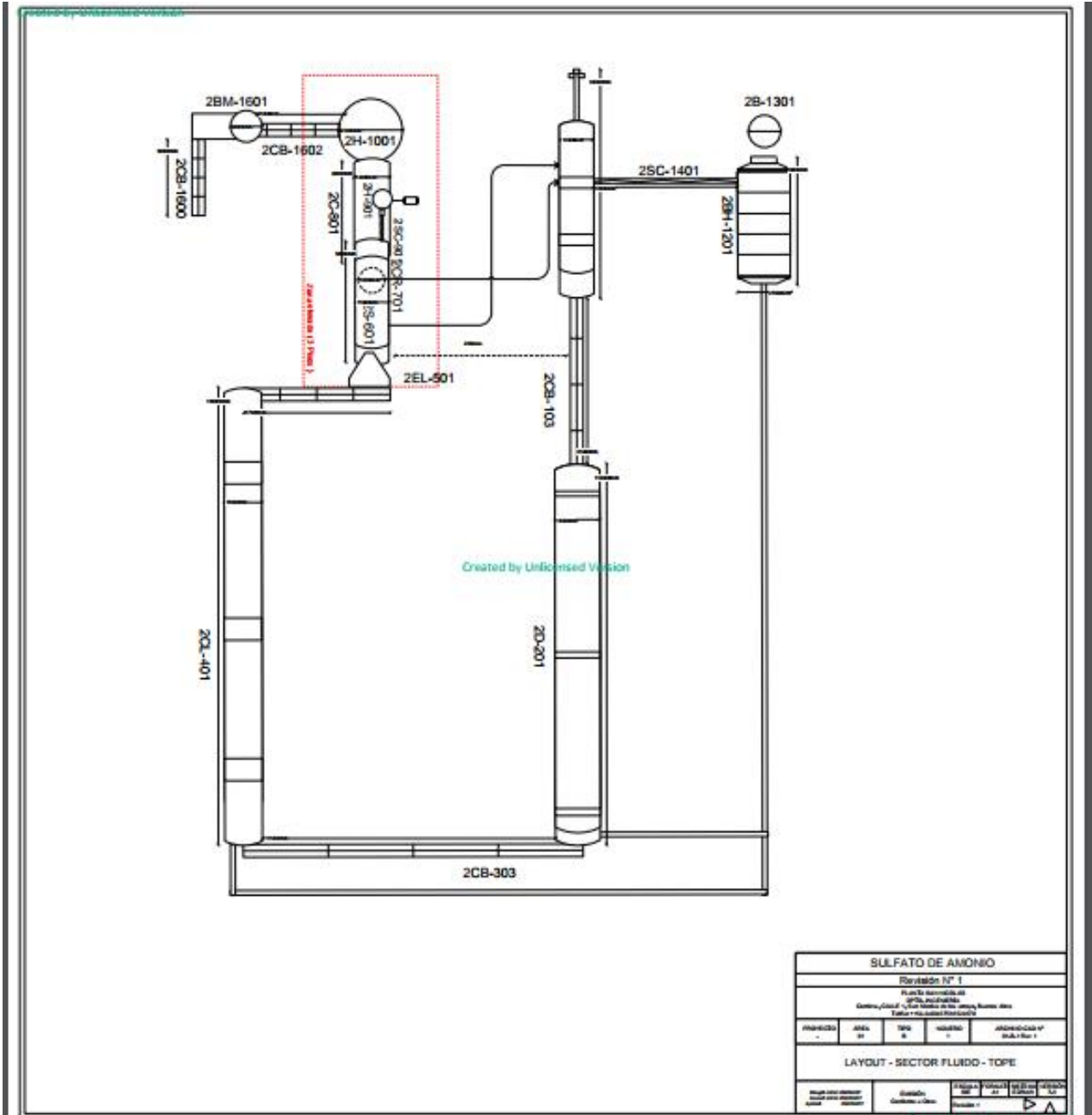
SULFATO DE AMONIO			
Revision N° 1			
Proyecto: Sulfato de Amonio Cliente: S.A. Sulfato de Amonio Fecha: 10/01/2011			
PROYECTO	FECHA	TIPO	SECTOR
Sulfato de Amonio	10/01/2011	Proyecto	Químico
LAYOUT - SECTOR FLUIDO - TOPE			
Autores: Diseñador: Revisor: Aprobado: Fecha:	Autores: Diseñador: Revisor: Aprobado: Fecha:	Autores: Diseñador: Revisor: Aprobado: Fecha:	Autores: Diseñador: Revisor: Aprobado: Fecha:

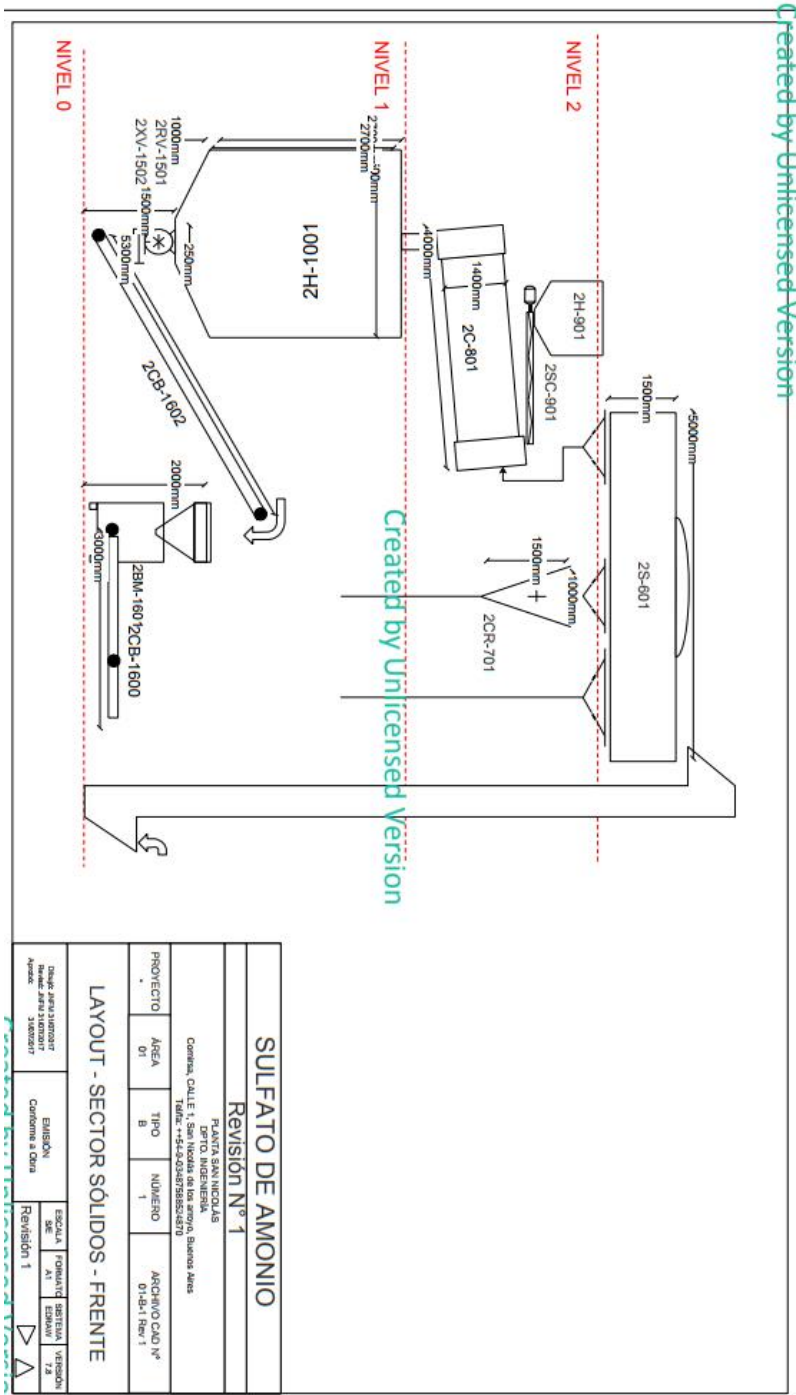


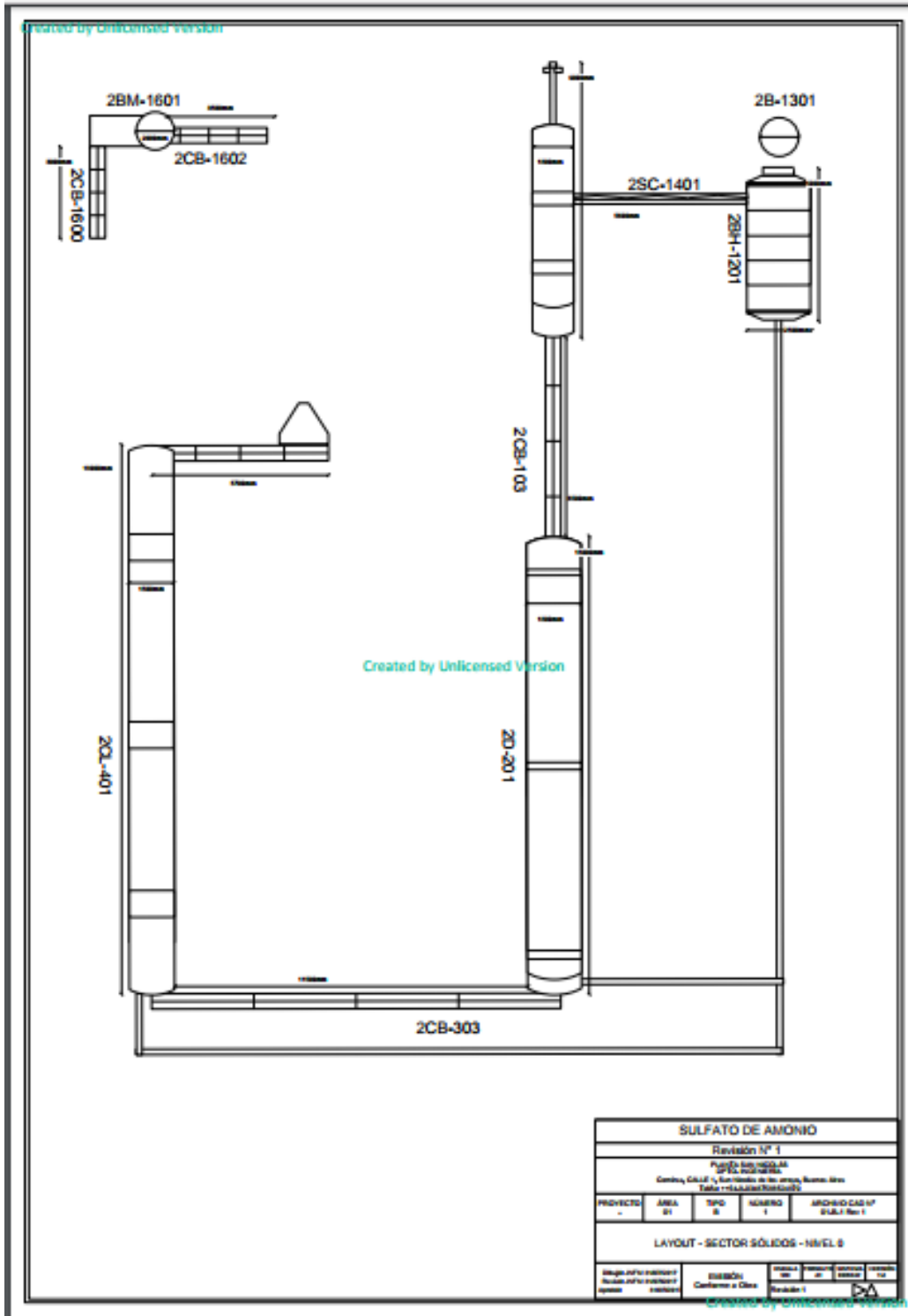
SULFATO DE AMONIO			
Revisión N° 1			
<small>PLANTA SUIFATO DE AMONIO CERRITOS, CANTON DE SAN CARLOS, PROVINCIA DE LOS RIOS, GUAYACAN, ECUADOR TALLER: 2018-04-04 14:00:00</small>			
PROYECTO	AREA	TIPO	ASIGNADO A
	AM	INDUSTRIAL	DRS-1/2018
LAYOUT - SECTOR FLUIDO - NIVEL 0			
<small> Diseñado por: DRS-1/2018 Verificado por: DRS-1/2018 Aprobado por: DRS-1/2018 </small>	<small> Creado por: DRS-1/2018 Modificado por: DRS-1/2018 </small>	<small> Fecha de creación: 2018-04-04 14:00:00 Fecha de modificación: 2018-04-04 14:00:00 </small>	<small> Versión: 1.0 Estado: Finalizado </small>

Created by Unlicensed Version

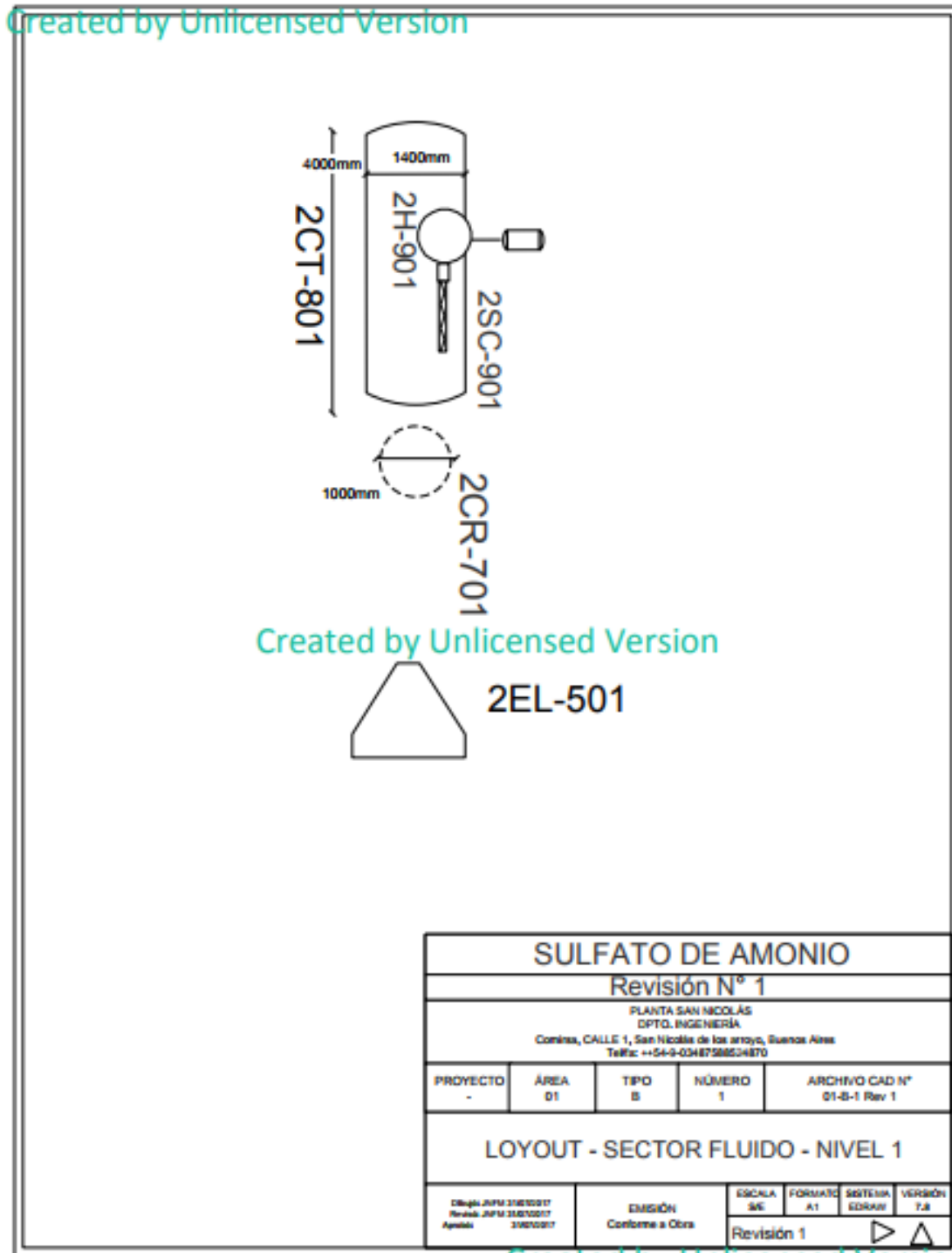




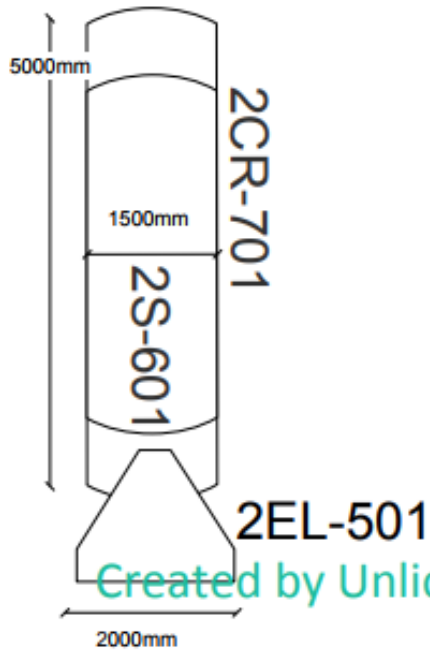




SULFATO DE AMONIO			
Revisión N° 1			
PUNTO INDUSTRIAL			
Código: CALI, Colombia de las Américas, Sur Occidente			
Fecha: 11/04/2018 (08:00:00)			
PROYECTO	AREA	TIPO	NUMERO
-	01	0	1
ARCHIVO CAD I/P			
P.L.1 - Sec 1			
LAYOUT - SECTOR SÓLIDOS - NIVEL 0			
Diseñado por: Revisado por: Aprobado por:	EJECUCIÓN Conforme a:	Fecha: No. de: Revisión:	Estado: Fecha:



Created by Unlicensed Version



Created by Unlicensed Version

SULFATO DE AMONIO				
Revisión N° 1				
PLANTA SAN NICOLÁS DPTO. INGENIERÍA Comirsa, CALLE 1, San Nicolás de los arroyo, Buenos Aires Tel/fax: ++54-9-03487588524870				
PROYECTO	ÁREA	TIPO	NÚMERO	ARCHIVO CAD N°
-	01	B	1	01-B-1 Rev 1
LAYOUT - SECTOR FLUIDO - NIVEL 2				
Dibujó: JNFM 31/07/2017 Revisó: JNFM 31/07/2017 Aprobó: 31/07/2017		EMISIÓN Conforme a Obra		ESCALA SE
				FORMATO A1
				SISTEMA EDRAW
				VERSIÓN 7.8
Revisión 1				▶ ▲

Created by Unlicensed Version

SISTEMA DE CAÑERÍAS

INTRODUCCIÓN

Para cada corriente de proceso, se debió seleccionar diámetro nominal, espesor y material de cañería.

Para ello, se buscó cumplir con:

- Velocidad de líquidos entre 1 y 3 m/s
- Velocidad de vapores entre 10 y 30 m/s

A su vez, se seleccionó:

- Caños Sch 40 para líquidos a presiones moderadas
- Caños Sch 80 para fluidos a presión, y para gases

En cuanto al material, se determinó:

- Acero al carbono para agua y vapores
- Acero inoxidable para corrientes ácidas
- Acero inoxidable para amoniaco

DIA.	SCHEDULE 40			SCHEDULE 80			DIA.	SCHEDULE 120		
	O.D.	I.D.	WALL	O.D.	I.D.	WALL		O.D.	I.D.	WALL
1/8	0.405	0.269	0.068	0.405	0.215	0.095	4	4.500	3.624	0.438
1/4	0.540	0.364	0.088	0.540	0.302	0.119	5	5.563	4.563	0.500
3/8	0.675	0.493	0.091	0.675	0.423	0.126	6	6.625	5.501	0.562
1/2	0.840	0.622	0.109	0.840	0.546	0.147	8	8.625	7.189	0.718
3/4	1.050	0.824	0.113	1.050	0.742	0.154				
1	1.315	1.049	0.133	1.315	0.957	0.179	SCHEDULE 160			
1-1/4	1.660	1.380	0.140	1.660	1.278	0.191	1/2	0.840	0.466	0.187
1-1/2	1.900	1.610	0.145	1.900	1.500	0.200	3/4	1.050	0.614	0.218
2	2.375	2.067	0.154	2.375	1.939	0.218	1	1.315	0.815	0.250
2-1/2	2.875	2.469	0.203	2.875	2.323	0.276	1-1/4	1.660	1.160	0.250
3	3.500	3.068	0.216	3.500	2.900	0.300	1-1/2	1.900	1.338	0.281
3-1/2	4.000	3.548	0.226	4.000	3.364	0.318	2	2.375	1.689	0.343
4	4.500	4.026	0.237	4.500	3.826	0.337	2-1/2	2.875	2.125	0.375
4-1/2	5.000	4.506	0.247	5.000	4.290	0.355	3	3.500	2.624	0.438
5	5.563	5.047	0.258	5.563	4.813	0.375	4	4.500	3.438	0.531
6	6.625	6.065	0.280	6.625	5.761	0.432	5	5.563	4.313	0.625
8	8.625	7.981	0.322	8.625	7.625	0.500	6	6.625	5.189	0.718
							8	8.625	6.813	0.906

Tamaños Nominales de Cañerías

TAMAÑOS DE CAÑERÍAS

Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Corriente	Caudal (kg/h)	Densidad (kg/m ³)	v (m/s)	D (m)	D (in)	φ	Sch	Material
1	4726,6	1835	2	0,021	0,84	1	40	SS
2	2075,1	1835	2	0,014	0,56	1/2	40	SS
3	860,2	598	2	0,016	0,63	1/2	80	SS
4	2170,0	0,6	12	0,336	13,23	8	80	CS
5	5306,5	1460	2	0,025	1,00	1	40	SS
6	7104,2	1287	2	0,031	1,23	1 1/2	40	SS
7	2651,5	1835	2	0,016	0,63	1/2	40	SS
8	977,5	598	2	0,017	0,67	1/2	80	SS
9	117,3	598	2	0,006	0,23	1/2	80	SS
11	3360,0	0,6	12	0,406	15,99	8	80	CS
12	5530	0,6	12	0,521	20,52	8	80	CS
13	4957,2	972	2	0,030	1,18	1	40	CS
14	4957,2	972	2	0,030	1,18	1	40	CS
15	4957,2	994	2	0,030	1,17	1	40	CS
16	1434,6	994	2	0,016	0,63	1/2	40	CS
17	3522,6	994	2	0,025	0,99	1	40	CS
18	1037,5	1835	2	0,010	0,39	1/2	40	SS
19	170,7	998	2	0,005	0,22	1/2	40	CS
20	4730,8	1154	2	0,027	1,06	1	40	SS
21	580,0	0,8	12	0,150	5,91	5	80	CS
22	370,0	1,112	20	0,077	3,02	3	80	CS
23	4939,5	1115	2	0,028	1,10	1	40	SS
24	4544,3	1115	2	0,027	1,06	1	40	SS
25	395,2	1115	2	0,008	0,31	1/2	40	SS

DISEÑO TRAMO DE CAÑERÍA

INTRODUCCIÓN

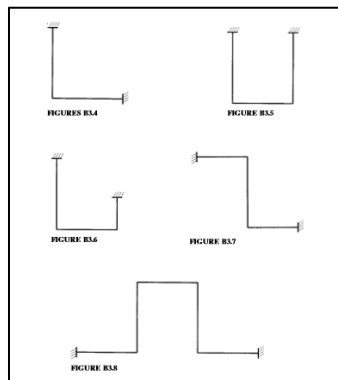
El tramo de cañería a diseñar se trata del que une al Tanque de ácido sulfúrico al 98%, con el Reactor Tubular 1PFR-301.

En el diseño del sistema de cañerías, se persigue:

- Menor tramo de cañería posible
- Mayor flexibilidad posible
- Evitar interferencias con otros componentes de la planta (equipos, estructuras, líneas de cañerías)

Se tienen en cuenta las siguientes recomendaciones generales:

- Evitar tramos rectos de cañerías entre 2 equipos.
- Entre dos equipos en el mismo plano, la cañería debe contar con, al menos, una *forma L*.
- Entre dos equipos en distintos planos, se debe contar con, al menos, dos *formas L*.
- Si se espera una gran expansión térmica, se debe contar con un *punto ancla* cercano al centro del tramo de cañería, para distribuir la expansión.
- Las líneas de bypass pueden sufrir estrés al no tener flujo interno, por enfriamiento.
- Temperaturas durante la puesta en marcha suelen ser superiores a las de operación.
- Se deben usar arreglos simple y multi-planos, como *formas L, U y Z*.



- Las válvulas deben instalarse con los vástagos entre las posiciones verticales hacia arriba y horizontales, prestando especial atención a evitar las aldabas de cabeza y rodilla, los riesgos de tropezar y los vástagos de la válvula en el plano horizontal a nivel de los ojos, lo que puede constituir un riesgo para la seguridad. Las grandes válvulas accionadas por motor deben instalarse en la posición vertical, donde es posible facilitar el apoyo y mantenimiento.

- Las válvulas en sistemas ácidos deben colocarse debajo del nivel del ojo del operador, o de manera tal que no presente peligros a la seguridad.
- Las válvulas deben localizarse en un punto accesible para la operación.
- Las válvulas en cañerías en altura, con sus vástagos en posición horizontal, deben ser ubicadas de manera tal que el volante no esté a más de 2m sobre el piso o plataforma, a excepción de que se trate de válvulas que se operen muy infrecuentemente.
- Un radio mínimo de 10cm debe dejarse libre alrededor de cada volante.
- Las válvulas no deben instalarse boca abajo.
- Debe dejarse suficiente espacio libre para mantenimiento y reemplazo de válvulas.

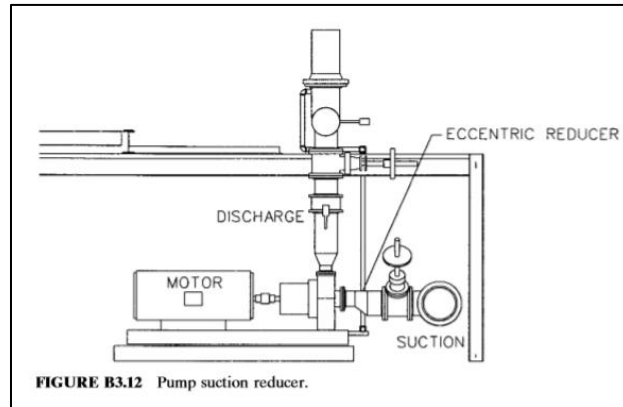
Válvulas de Control: Los vástagos deben colocarse en posición vertical. Se debe contar con un mínimo de tres diámetros de cañería recta tanto aguas arriba como aguas abajo, para reducir turbulencia, y proveer espacio para remover las bridas y pernos. Deben colocarse reducciones y ampliaciones en los extremos, de forma tal de aumentar la velocidad de flujo a través de la válvula y mejorar el control.

Check Valves: Deben colocarse en tramos rectos, continuamente inundados. A su vez, aguas arriba debe proveerse suficiente tramo recto para que minimizar la turbulencia y variaciones en el flujo, y así mejorar el funcionamiento de la válvula (mínimo 5 diámetros).

Cañerías de Bombas Centrifugas: Tienen una gran implicancia en la eficiencia operacional de la bomba, y su vida útil, sobre todo del lado de succión. Se debe prevenir la entrada de aire o vapor, así como suficiente Altura Neta Positiva de Aspiración (NPSH), para evitar la cavitación y vibraciones.

Se deben tener en cuenta los siguientes reparos:

- Las cañerías de succión y descarga deben soportarse independientemente de la bomba. Si es necesario, se deben utilizar juntas de expansión.
- La succión debe estar continuamente inundada.
- Si se colocan reducciones en la succión, se debe proveer de un reductor plano hacia arriba (Fig B3.12).
- Cuando la cañería de succión es horizontal, se debe proveer un mínimo de 3 o 4 diámetros de tramo recto entre la conexión a la bomba y el primer codo.
- Sólo codos de radio largo deben usarse en conexiones a la succión de la bomba.
- Se debe contemplar el espacio para un filtro Y.



Drenajes y Venteos: Se debe proveer de un punto alto de venteo, y un punto bajo de drenaje, con el fin de permitir:

- Llenado de agua para pruebas hidráulicas, y evacuado de aire atrapado.
- Evacuado de agua de prueba, y de fluido de proceso en las paradas y puestas en marcha.

DIAGRAMA ISOMÉTRICO

A partir de las recomendaciones anteriores, y en base a la ubicación relativa de ambos equipos, resultó el siguiente Diagrama Isométrico:

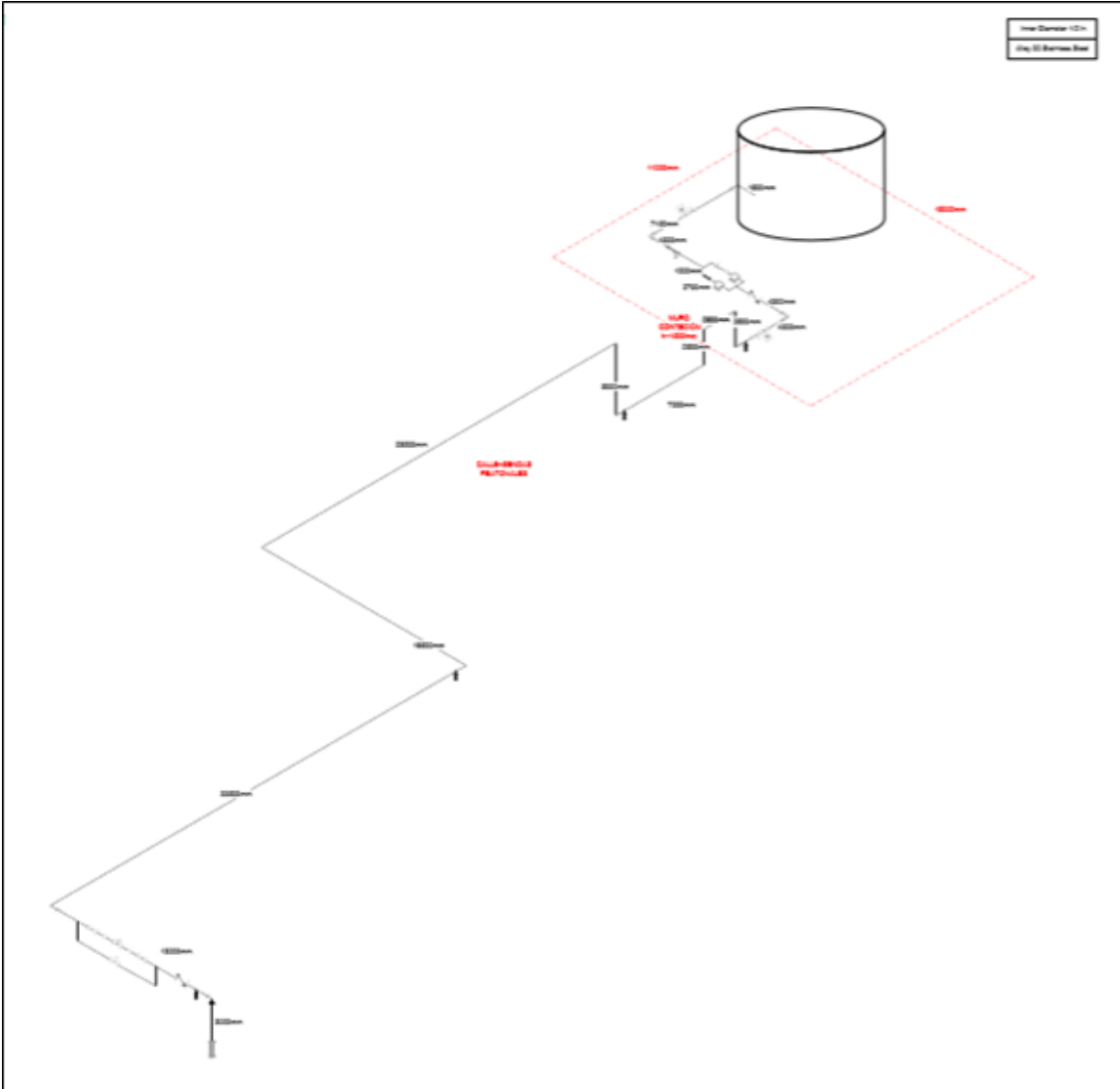


Diagrama Isométrico

REQUERIMIENTO DE AISLACIONES

Se trata de un tramo de cañería que transporta ácido sulfúrico a temperatura ambiente.

No es necesario evitar el intercambio de calor con los alrededores, que será mínimo, tanto desde el punto de vista económico, como de condiciones de operación, como de riesgos.

Sí se deberá contemplar la expansión térmica de los tramos largos de cañería expuestos al sol, sobre todo en época de verano.

MATERIALES CONSTRUCTIVOS

Al tratarse de un fluido corrosivo, la única opción es utilizar un acero inoxidable para las cañerías y accesorios.

En este caso, se escogió Alloy 20.

CÁLCULOS DE VARIACIÓN DE CARGA EN EL SISTEMA

Aplicando el Teorema de Bernoulli al sistema, teniendo como punto "1" la superficie del líquido en el tanque, y punto "2" la entrada al PFR, se obtuvieron los siguientes resultados:

Variable	Descripción	Valor	Unidad
Q	Caudal Operativo	1,4	m ³ /h
c	Velocidad	1,98	m/s
ρ	Densidad	1835	kg/m ³
μ	Viscosidad	0,025	Pa·s
D	Diámetro interno	0,016	m
Re	Reynolds	2300	
$Re = \frac{c \times \rho \times D}{\mu}$			
P1	Presión 1	1,0	bar
P2	Presión 2	4,5	bar
ΔP	Variación de carga por presión	19,70	m
$\Delta P = \frac{P2 - P1}{\rho g}$			
z1	Altura 1	7	m
z2	Altura 2	2	m
Δz	Variación de carga por altura	-5	m
Δc²	Variación de carga por velocidad	0	m
$\Delta c^2 = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2g}$			
Cálculo pérdida de carga por fricción			
Zona Succión			
Ls	Longitud tramo succión	14,9	m
Ds	Diámetro succión	0,016	m
L/D1	Relación Longitud Diámetro	943	
L/D2	3 Codos Radio Largo	60	
L/D3	1 Te estándar	60	
L/D4	1 Filtro Y	100	
L/D5	2 Válvulas Compuerta	16	
L/D6	1 Válvula On-Off	8	
L/D7	1 Ampliación	38	
Σ(L/D)		1225	
ε	Rugosidad	2,00E-06	m
f	Factor de fricción	0,049	
$\frac{1}{\sqrt{f}} \cong -1.8 \log \left[\frac{6.9}{Re} + \left(\frac{\epsilon/D}{3.7} \right)^{1.11} \right]$			
h_{fs}	Pérdida de carga	11,93	m

$$h_L = f \times \frac{c^2}{2g} \times \sum \frac{L}{D}$$

Zona Descarga

L_D	Longitud tramo descarga	122,05	m
D_D	Diámetro descarga	0,016	m
L/D1		8067	
L/D2	12 Codos Radio Largo	240	
L/D3	1 Te estándar	20	
L/D4	1 Te estándar	60	
L/D5	Válvula de Control	160	
L/D6	3 Válvula Compuerta	24	
L/D7	1 Válvula On-Off	8	
L/D8	2 Válvulas Anti retorno	270	
L/D9	1 Reducción	40	
L/D10	1 Ampliación	38	
L/D11	1 Entrada Brusca	50	
Σ(L/D)		8635	
ε	Rugosidad	2,00E-06	m
f	Factor de fricción	0,049	
h_{LD}	Pérdida de carga	84,42	m

La variación de carga total es de:

$$\Delta H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2g} + z_2 - z_1 + h_{LS} + h_{LD}$$

Esta será la carga que la bomba deberá desarrollar para lograr la presión deseada a la entrada al 1PFR-301.

La potencia que el impulsor transferirá al fluido, se conoce como **potencia hidráulica, N**.

Debido a que la bomba posee un determinado rendimiento, la potencia desarrollada en el eje de la bomba será mayor. Ésta se conoce como **potencia al freno, N_b**.

El rendimiento de la bomba se compone por tres factores:

- Rendimiento Volumétrico: debido a las pérdidas de fluido por las holguras entre la carcasa y el rotor.
- Rendimiento Hidráulico: debido a las perdidas por desprendimiento a la entrada, por fricción en los canales entre los alabes y por recirculación del fluido.
- Rendimiento Mecánico: debido a la fricción mecánica en los cojinetes, prensaestopas y otros puntos de contacto de la bomba.

En general, se selecciona aquella bomba con rendimiento cercano al 70%.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
ΔH	Demanda del sistema	111	m
	$\Delta H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2g} + z_2 - z_1 + h_{Ls} + h_{LD}$		
N	Potencia Transferida	774	W
	$N = \rho g \Delta H Q$		
η	Rendimiento de la bomba	0,7	
Nb	Potencia Bomba	1106	W
	$Nb = \frac{N}{\eta}$		
Nb	Potencia Bomba	1,5	HP

Al momento de seleccionar la mejor opción de bomba, se debe comprobar si la bomba cavitara o no. Para evitar la cavitación (proceso de corrosión interna en los alabes del impulsor, debido a la evaporación del líquido e implosión de las burbujas impactando sobre el metal), se debe mantener la presión de succión de la bomba por encima de la presión de vapor (a la temperatura de operación).

El exceso de presión necesario para operar de forma segura por un tiempo razonable se denomina **ANPA requerido** (Altura Neta Positiva de Aspiración). Este parámetro lo da el fabricante.

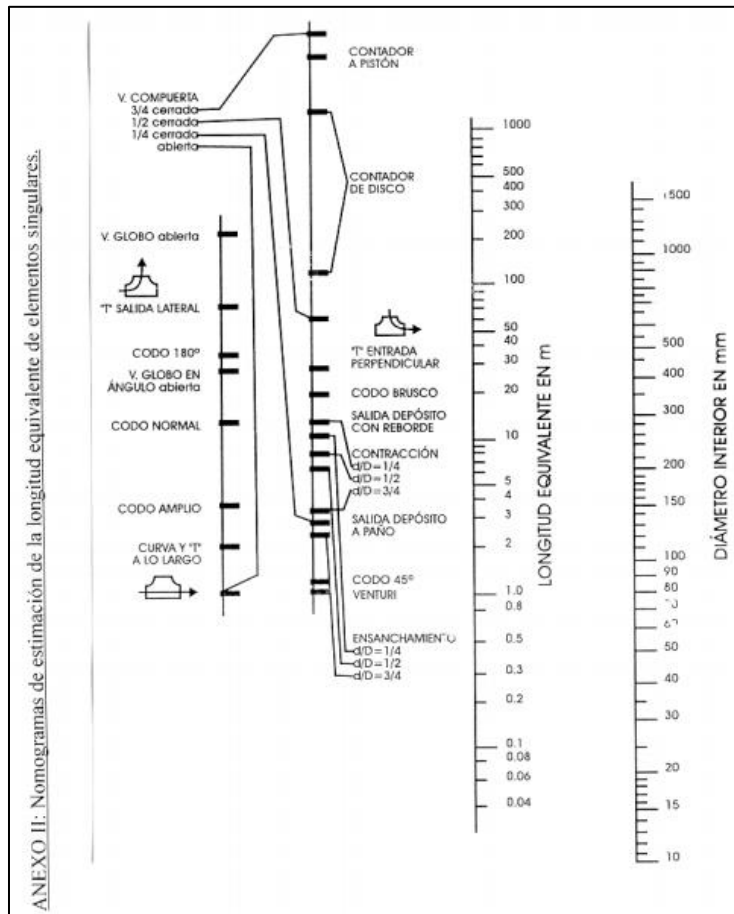
El exceso de presión que se puede lograr con el sistema dado se denomina **ANPA disponible**.

Para evitar fenómenos de cavitación incipiente se debe cumplir $ANPA_{dis} > ANPA_{req}$.

Variable	Descripción	Valor	Unidad
Pvap	Presión de vapor	4,00E-04	bar
zs	Altura de succión	0	m
ANPA_{dis}	Altura Neta Positiva de Aspiración	2,7	m
	$ANPA_{dis} = \frac{P_1 - P_{vap}}{\rho g} + z_1 - z_s - h_{Ls}$		

Nominal Pipe size in.	Globe valve or ball check valve	Angle valve	Swing check valve	Plug cock	Gate or ball valve	45° ell	Short rad. ell	Long rad. ell	Hard T.	Soft T.	90° miter bends	Enlargement				Contraction											
												Sudden		Std. red.		Sudden		Std. red.									
												Equiv. L in terms of small d								d/D = 1/2		d/D = 1/3		d/D = 1/4		d/D = 1/5	
												2 miter	3 miter	4 miter	d/D = 1/2	d/D = 1/3	d/D = 1/4	d/D = 1/5	d/D = 1/2	d/D = 1/3	d/D = 1/4	d/D = 1/5	d/D = 1/2	d/D = 1/3	d/D = 1/4	d/D = 1/5	
1 1/2	55	26	13	7	1	12	35	23	8	9	23				5	3	1	4	1	3	2	1	1	—			
2	70	33	17	14	2	23	45	34	10	11	34				7	4	1	5	1	3	3	1	1	—			
2 1/2	80	40	20	11	2	2	5	3	12	3	3				8	5	2	6	2	4	3	2	2	—			
3	100	50	25	17	2	2	6	4	14	4	4				10	6	2	8	2	5	4	2	2	—			
4	130	65	32	23	3	3	7	5	19	5	5				12	8	3	10	3	6	5	3	2	—			
6	200	100	48	34	4	4	11	8	28	8	8				18	12	4	14	4	9	7	4	4	1			
8	260	125	64	46	6	6	15	11	37	9	9				25	16	5	19	5	12	9	5	5	2			
10	330	160	80	57	7	7	18	14	47	12	12				31	20	7	24	7	15	12	6	6	2			
12	400	190	95	70	9	9	22	18	59	15	15	28	21	20	37	24	8	28	8	18	14	7	7	2			
14	450	210	105	80	10	10	26	22	74	18	18	32	24	22	42	26	9	34	9	20	16	8	8	—			
16	500	240	120	115	11	11	30	26	91	21	21	38	27	24	47	30	10	40	10	24	18	9	9	—			
18	550	280	140	135	12	12	35	30	110	24	24	42	30	28	53	35	11	46	11	26	20	10	10	—			
20	650	300	155	150	14	14	40	35	130	27	27	46	33	32	60	38	13	52	13	30	23	11	11	—			
22	688	335	170	165	15	15	45	40	150	30	30	52	36	34	65	42	14	58	14	32	25	12	12	—			
24	750	370	185	180	16	16	50	45	170	33	33	56	39	36	70	46	15	64	15	35	27	13	13	—			
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

L/D equivalentes en accesorios



L/D equivalentes en accesorios

SELECCIÓN DE BOMBA

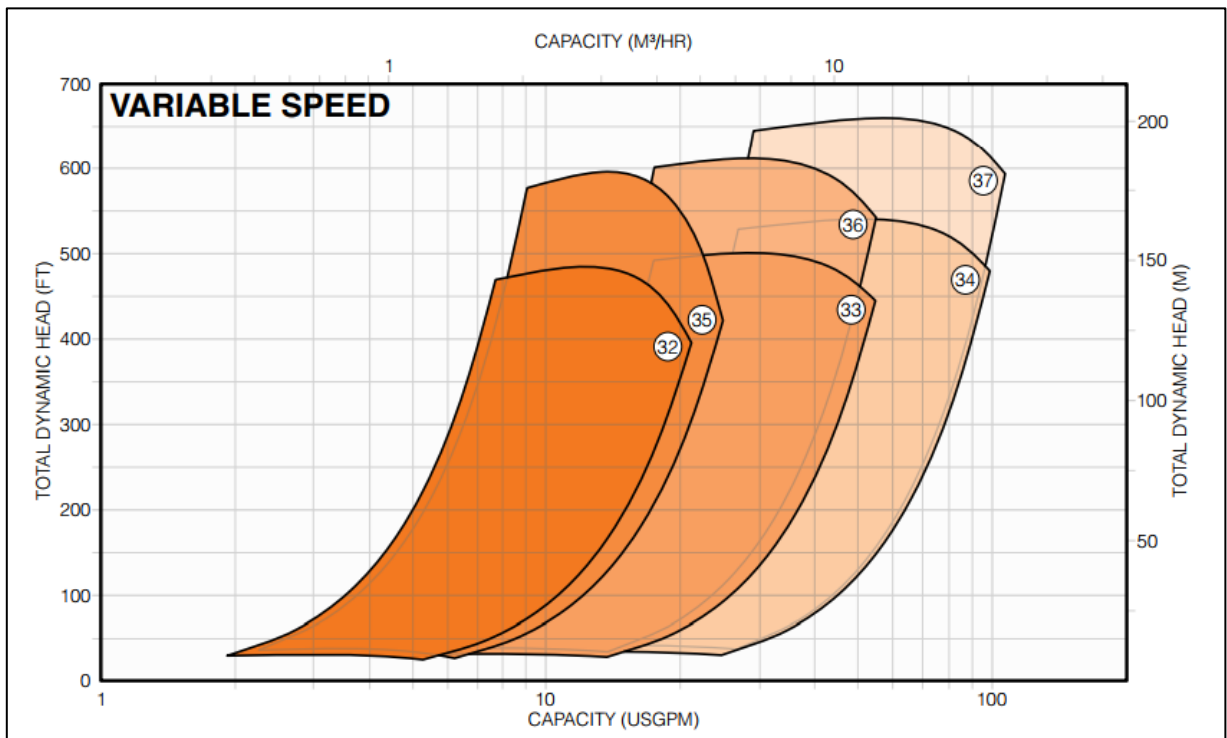
Para la selección de la mejor opción de equipo de bombeo, se debe tener en cuenta:

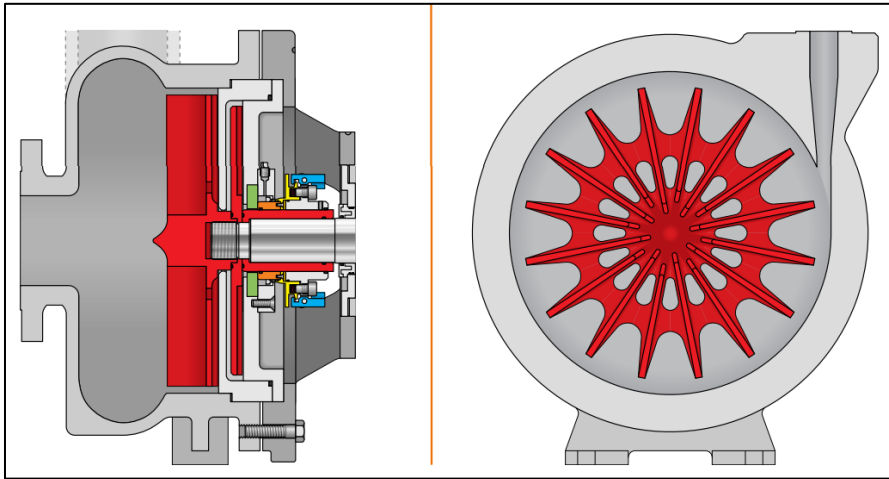
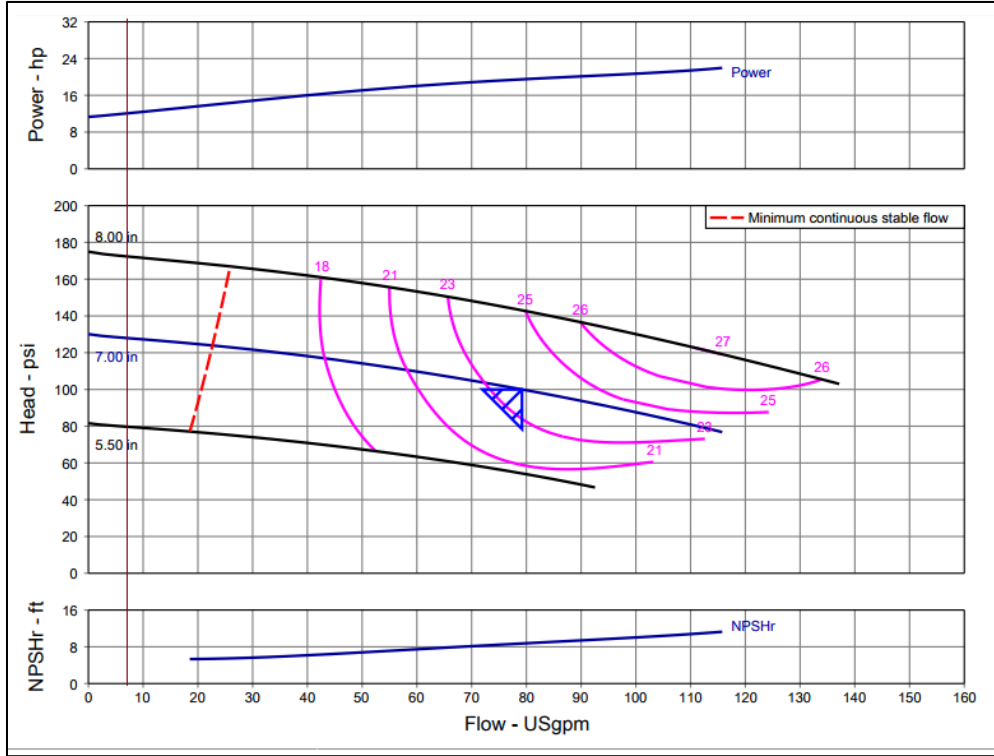
- Caudal operativo dentro del 10% del valor deseado, con la carga desarrollada necesaria.
- Rendimiento cercano a la zona de máximo.
- ANPA disponible de la instalación mayor al ANPA requerido por la bomba.
- Al tratarse de un fluido altamente corrosivo, el material del equipo (o el recubrimiento) debe ser adecuado.

El equipo escogido es el siguiente:

“Modelo A9 Low-Flow High-Head”

Curva de la Bomba





Detalles Constructivos

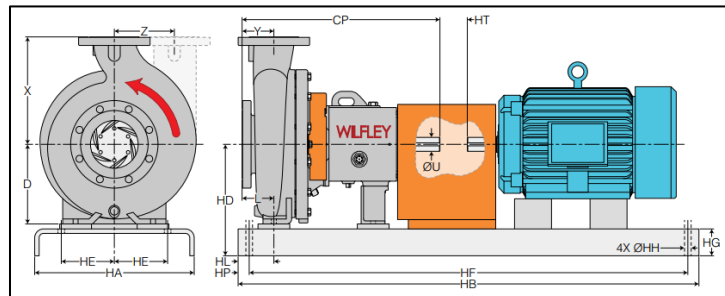
		LOW FLOW	
		2x1-9	2x1-10
GENERAL			
Pump Weight	lbs	240	240
	kg	109	109
Max. Solids Size	in	0.188	0.188
	mm	5	5
SHAFT			
Diameter at Impeller	in	1	
	mm	25	
Diameter at Coupling	in	0.875	
	mm	22	
SHAFT			
Heavy Duty	Radial	6308	
	Thrust	5208A	
Extreme Duty	Radial	N/A	
	Thrust	N/A	

Dimensiones de Bomba, en inches (milímetros)

CP	D	L	U	X	Y	Z
17.5 (445)	5.25 (133)	4 (102)	0.88 (22)	6.5 (165)	4 (102)	

Dimensiones de Base, en inches (milímetros)

HA	HB	HD (MAX)	HE	HF	HG	HH	HL	HP	HT (MIN)
15 (381)	39 (991)	9 (229)	4.5 (114)	36.5 (927)	3.63 (92)	0.75 (19)	4.5 (114)	1.25 (32)	3.5 (89)



Materiales Disponibles

Item Name	STANDARD MATERIALS					
	Ductile Iron	304L	316L	Alloy 20	CD4MCuN	WCD4™
WET END						
Cap Screws	18-8					
Case Gasket	Gylon®					
Case Plate	Ductile Iron	304L	316L	Alloy 20	CD4MCuN	WCD4™
Casing	Ductile Iron	304L	316L	Alloy 20	CD4MCuN	WCD4™
Expeller	Ductile Iron	304L	316L	Alloy 20	CD4MCuN	WCD4™
Impeller	Ductile Iron	304L	316L	Alloy 20	CD4MCuN	WCD4™
O-rings	Viton® (Kalrez®, Teflon-Coated Viton®, EPDM Optional)					
SEAL						
DryLock® 2	CD4MCuN	304L	316L	Alloy 20	CD4MCuN	WCD4™
POWER END						
Bearing Frame	Ductile Iron					
Bearing Locknut	Steel					
Frame Bracket	Ductile Iron (CD4MCuN Optional)					
Frame Foot	Ductile Iron					
Inboard Bearing	Single-Row Deep Groove					
Inboard Bearing Cover	316SS					
INPRO® VBXS Oil Seal	303SS					
Oil Sight Glass	Glass/Steel					
O-rings	Viton®					
Outboard Bearing	Double-Row Deep Groove (2x Single-Row Angular Contact Optional)					
Shaft	SAE4140 (316SS, Nitronic 50, Ferralium 255 Optional)					

EQUIPOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares proporcionan distintos recursos sin los cuales la planta no puede operar. No forman parte de las corrientes principales del proceso. Intervienen en los balances de masa y energía. Son similares en procesos distintos. Cada uno posee una ubicación óptima dentro de los límites de batería de la planta.

Según el tipo de recurso que proporcionan, se clasifican en:

1. Energéticos
 - a. Térmicos
 - i. De calefacción
 - ii. De enfriamiento
 - b. Mecánicos
 - i. Energía eléctrica
 - ii. Fluidos mecánicos
2. Operativos

En esta planta se contará con los siguientes servicios auxiliares:

- ✓ Torres de Enfriamiento
- ✓ Energía Eléctrica
- ✓ Tanques de almacenamiento de materia prima
- ✓ Quemadores
- ✓ Aire comprimido
- ✓ Equipos de transporte y empaquetado de producto final
- ✓ Agua de Pozo
- ✓ Agua de Incendio

Torres de Enfriamiento

En el proceso se requiere agua de enfriamiento por parte de 3 equipos:

- Camisa de enfriamiento RTAC (1R-101).
- Camisa de enfriamiento tanque de mezcla (1TK-901).
- Condensador (1C-501).
- Intercambiador de calor (1E-701).

El Caudal de Agua Total a enfriar es: 336 m³/h (90L/s)

El ΔT en las torres es de aproximadamente 10 °C, ingresando el agua a 35 °C y saliendo a 25 °C.

El proceso contará con 2 torres de enfriamiento abiertas, cada una procesará la mitad del caudal requerido a enfriar siendo capaces, en caso de falla de alguna de ellas, de tratar la totalidad del caudal requerido por el proceso. De esta forma se facilitan las tareas de mantenimiento con planta en marcha.

Características de las Torres:

- Rango de capacidad comprendido entre 10 y 140 l/s.
- Máxima temperatura de entrada de agua de 55 °C.
- Contraflujo, ventilador axial, tiro inducido.
- Distribución de agua: presurizado.
- Paneles y elementos estructurales de acero inoxidable en contacto con el agua tipo 316. El acero inoxidable 316 se considera más resistente al calor y proporciona una resistencia superior a la corrosión, debido a la presencia del elemento de molibdeno.

Características del relleno Versapak:

- Máximo contacto aire/agua a bajas pérdidas de carga del aire.
- Material de polipropileno, inmune a putrefacción y ataques biológicos.
- Diseño de relleno acanalado en bloques fáciles de manipular, levantar y quitar.
- Para temperaturas de hasta 65C.



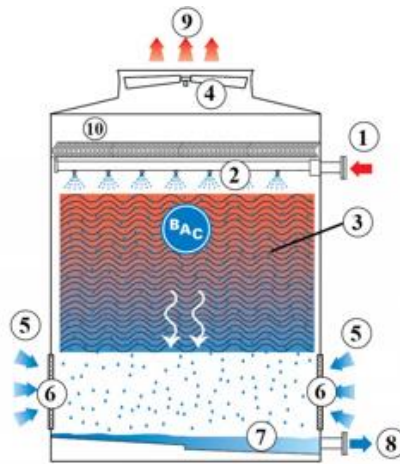
Ventajas en el mantenimiento:

- La torre de enfriamiento abierta tiene un mantenimiento más sencillo que el de otras torres de enfriamiento de flujo a contracorriente inducido.
- Distribución del agua BranchLok: ramales extraíbles para una fácil limpieza.
- Filtros de acción múltiple para facilitar la extracción sin herramientas.
- Módulos de paquetes de relleno, con asas y paneles laterales desmontables para una inspección y una sustitución más sencillas.
- Ajustadores de motor: de acceso externo y con una llave de bloqueo para alinear el motor y tensar las correas con facilidad.
- Acceso completo a la balsa de agua fría al retirar los filtros de acción múltiple.
- Ventiladores fácilmente accesibles a través de una puerta de acceso corredera.
- El puerto de limpieza opcional ayuda a eliminar sedimentos y lodo de la balsa de la torre de enfriamiento.
- Cajón anti cavitación del filtro de succión extraíble.

Seguridad operativa:

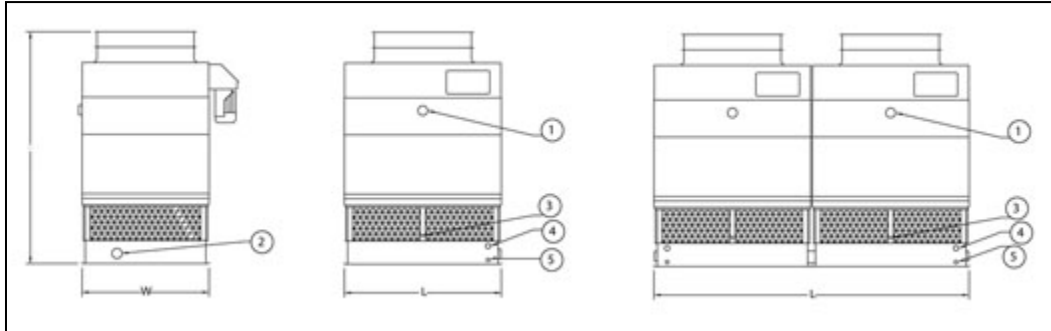
- Las torres, fáciles de limpiar e inspeccionar, reducen los riesgos higiénicos derivados de las bacterias (como legionela) o la película de su interior.
- Balsa de agua fría auto limpiable y relleno sobre balsa inclinada para el lavado de la suciedad y los residuos.
- Eliminadores de gotas de alta eficacia comprobados en fábrica y certificados por Eurovent.
- Los filtros de acción múltiple bloquean la luz solar para evitar el crecimiento biológico en la torre, filtrar el aire y evitar las salpicaduras de agua al exterior.

Principio de Funcionamiento:



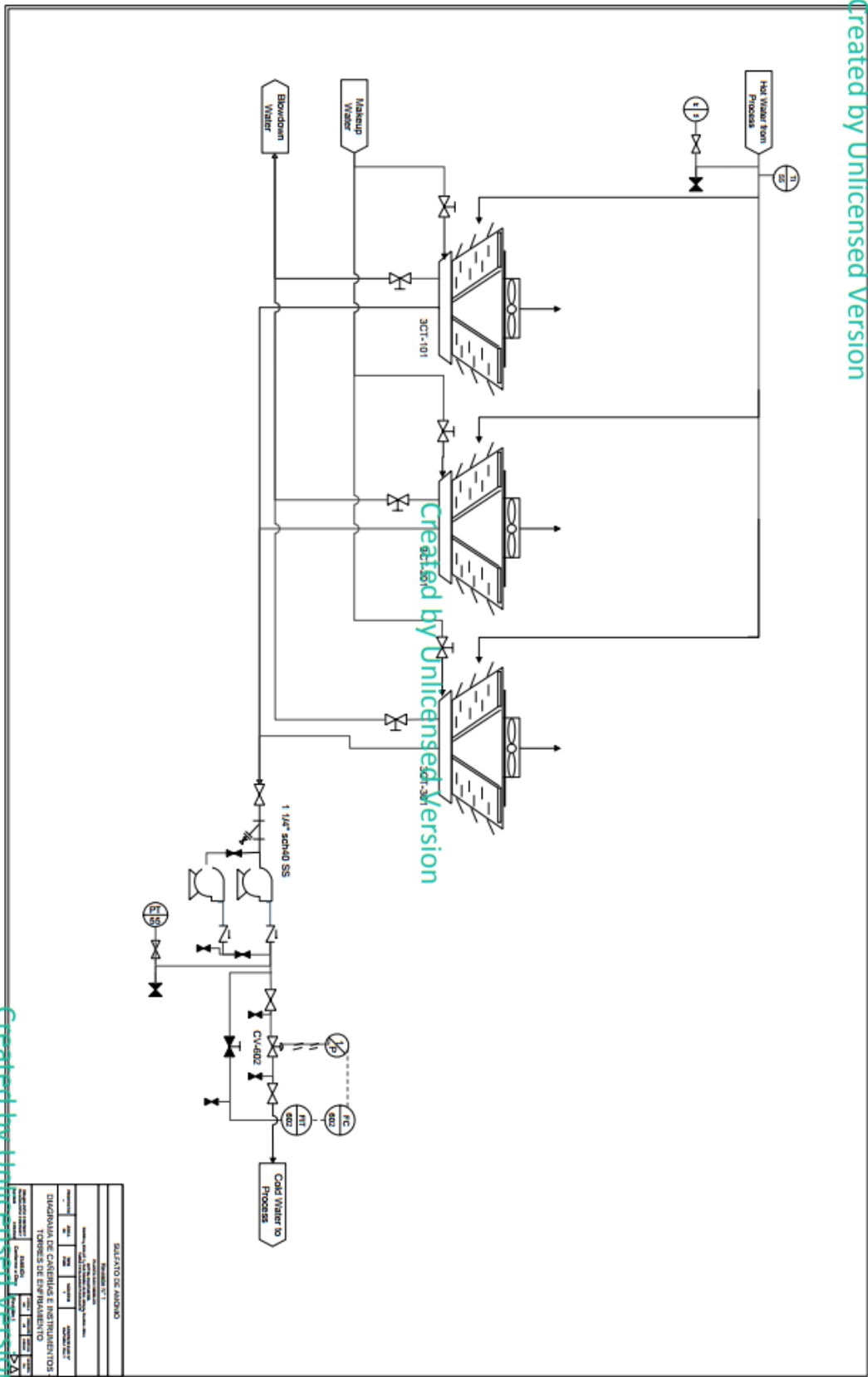
El agua (1) del proceso caliente procedente de la fuente de calor entra en el sistema de pulverización (2) situado en la parte superior de la torre de enfriamiento, desde donde se distribuye al relleno o al medio de transferencia de calor (3). Al mismo tiempo, el ventilador axial (4), situado en la parte superior de la unidad, emite el aire desde los lados de la unidad (5) sobre el relleno. Los filtros de acción múltiple (6) protegen la torre de los residuos que llegan a la unidad. Cuando el agua del proceso contacta con el aire frío, este se calienta y parte del agua del proceso se evapora, lo que elimina el calor del agua restante. La balsa inclinada (7) recoge el agua enfriada, tras lo cual esta vuelve a la fuente de calor del proceso (8). El aire (9) caliente saturado pasa en primer lugar por los eliminadores de gotas (10), que retiran las gotas de agua del aire, y, a continuación, abandona la torre por la parte superior.

Características constructivas:



1. Entrada agua; 2. Salida agua; 3. Llenado; 4. Rebosadero; 5. Vaciado.

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
PF	Peso en funcionamiento	3040	kg
PE	Peso de expedición	2100	kg
PB	Sección más pesada batería	820	kg
H	Altura	3964	mm
L	Largo	2737	mm
W	Ancho	2216	mm
Qa	Caudal de aire	14,8	m3/s
P	Motor del ventilador	1x4	kw
ϕ_e	Entrada de fluido DN	150	mm
ϕ_s	Salida de fluido DN	200	mm
ϕ_l	Llenado DN	40	mm

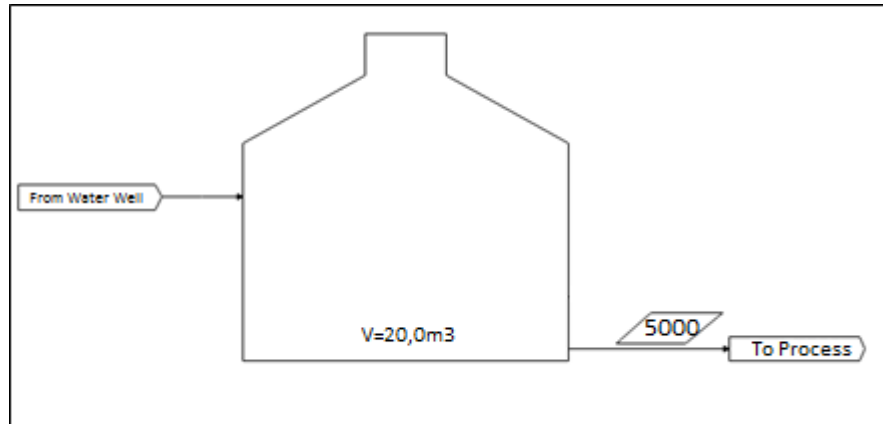


Created by Unlicensed Version

SULFATO DE AMONIO	
NOMBRE DE LA UNIDAD	
DESCRIPCION DE LA UNIDAD	
DETALLE DE CONEXIONES E INSTRUMENTOS	
FORMAS DE EQUIPAMIENTO	
UNIDAD	DESCRIPCION
1	...
2	...
3	...
4	...
5	...
6	...
7	...
8	...
9	...
10	...

Tanque Agua de pozo

Se trata del recipiente de almacenamiento del agua extraída de pozo para reposición.



Estableciendo un tiempo de residencia de 4h y en base al caudal requerido y heurísticos, se determinó:

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
m	Caudal másico de salida	5000	kg/h
ρ	Densidad de salida	1000	kg/m ³
Q	Caudal volumétrico de salida	5,0	m ³ /h
τ	Tiempo de residencia	4	h
V	Volumen	20,0	m ³
H	Altura	3,9	m
D	Diámetro	2,6	m

El material constructivo será Acero al Carbono.

Quemador

El secador rotatorio 2D-101 requiere un aporte de 250.000 Kcal/h para reducir la humedad del sulfato de amonio granulado.

Se considera un equipo que a partir de la combustión de gas natural, genere aire caliente:



<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Q	Calor agregado	250000	kcal/h
V_A	Volumen de aire	9706	m ³ /h
T₁	Temperatura entrada gas	200	°C
T₂	Temperatura salida gas	70	°C
P	Presión de salida	40	mmCA
P	Potencia	2	HP

Compresores

Se necesitaran estos equipos para asegurar la provisión de suficiente aire comprimido para el correcto funcionamiento de válvulas, instrumentos, bombas, y otros equipos.

Se estima un consumo de 300Nm³/h de este servicio.

Por lo tanto, se adopta un **compresor de aire estacionario a tornillo** de una etapa, de tipo rotativo a tornillo asimétrico; lubricado y enfriado por aceite a presión. Sin correas. Con instrumental analógico o por microprocesador. Sistemas de regulación on-off y modulante (ambos incorporados). El aire suministrado contiene un máximo de aceite de 1 ppm.



<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Q	Caudal	360	Nm ³ /h
P	Presión	7	bar
L1	Largo	1.8	m
L2	Ancho	1.2	m
L3	Alto	1.6	m
W	Peso	1200	kg
P	Potencia Motor	50	HP

Cinta Transportadora

Se utilizaran cintas planas fijas, para el transporte entre los equipos de tratamiento sólido.

Las terminaciones son galvanizadas, mientras que la banda es de goma.

Las patas de apoyo se regulan en altura, logrando la pendiente deseada.



<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
L	Longitud	Variable	m
D	Diámetro de banda	0.5	m
v	Velocidad de banda	15	m/min

Empaquetadora

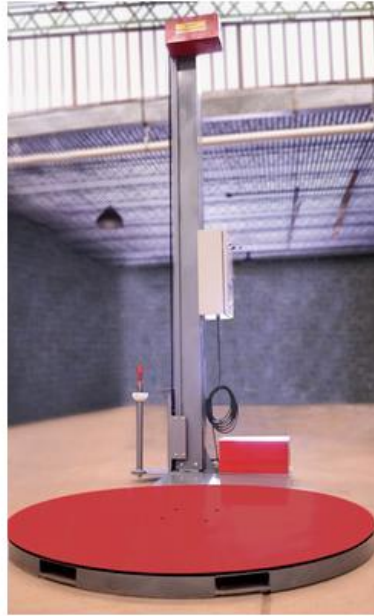
En el sector de sólidos se contará con una empaquetadora-selladora para el envasado del producto final.



<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
P	Peso embolsado	5-50	kg
E	Exactitud	0,2	%
v	Velocidad de empaquetado	10	bolsas/min
P	Potencia	7	HP
H	Alto	1,8	m
L	Largo	3,7	m
W	Ancho	1,6	m
P	Peso	900	kg

Paletizadora

Para el paletizado previo al almacenamiento del producto final, se dispondrá de una paletizadora en el sector sólidos, facilitando así, su manipulación y transporte. La misma consiste en un plato giratorio con un cabezal porta stretch y una capacidad de carga de 3000 kg estándar.



Principio de funcionamiento:

Gira el plato y sube el cabezal hasta que el sensor fotoeléctrico detecta la finalización del pallet, luego desciende el cabezal, hasta la parte inferior terminando la envoltura. El plato y el cabezal se detienen automáticamente.

Características constructivas:

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
H	Altura de la columna	3000	mm
D	Diámetro del plato	1500	mm
PB	Sección más pesada batería	820	kg

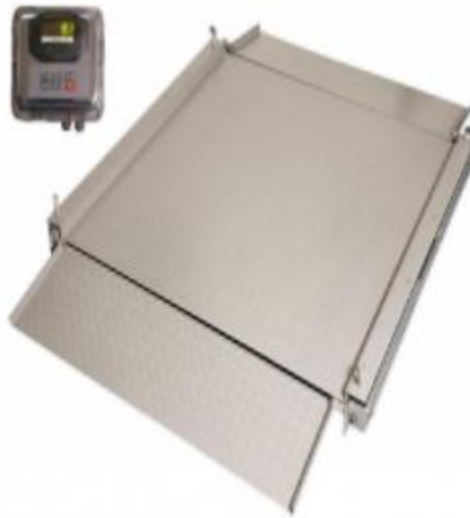
Balanza de piso

En el sector de sólidos se contará con una balanza de piso para control final del producto envasado, antes del depósito del mismo.

Se utilizara una plataforma de 4 celdas construida a base de acero inoxidable, junto a un indicador hermético de acero inoxidable a distancia.

Características constructivas:

- Diseñada para trabajar en ambientes hostiles.
- Diseño extra chato para pesaje de zorras, pallets y carros.
- Plataforma anti-deslizante y rampas de acceso.



<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
L	Largo de la base	1200	mm
W	Ancho de la base	1500	mm
C	Capacidad	2000-3000	kg
R	Resolución	1-50	kg

PUESTA EN MARCHA

INTRODUCCIÓN

La puesta en marcha comienza cuando un proyecto esta “mecánicamente completo” y termina cuando la planta es devuelta al departamento de producción.

Se busca alcanzar la operación estable de la planta, y encontrar y corregir deficiencias. Estas pueden tener varias causas, y caen en la categoría de: fallas en los equipos según el diseño (61%), errores en la construcción (16%), diseño pobre (10%), operación incorrecta o errores humanos (13%), o cambios de requerimientos.

GESTIÓN DE LA PUESTA EN MARCHA

Una gestión informada y profesional del proyecto es esencial para el arranque. Esta debe ser bien planeada, con el personal y recursos adecuados, y correctamente documentada, en orden de alcanzar el objetivo en el menor tiempo posible, con los menores costos.

Es importante que la capacitación de los operadores comience antes o durante la puesta en marcha, ya sea en la misma planta, o en plantas similares. También se puede recurrir a simuladores computacionales, o simplemente a cursos.

COSTOS Y DURACIÓN DE LA PUESTA EN MARCHA

Es difícil de predecir los costos implicados en esta etapa. Como regla del pulgar, representa entre el 5% y el 20% de los costos directos. En plantas pequeñas, representa un gran porcentaje, mientras que en plantas grandes, el factor de escala juega a favor.

Los costos se deben a:

1. Instalación de equipos nuevos para compensar deficiencias
2. Gastos por actividades de arranque
3. Costos normales por operadores de planta y materias primas

La duración de la puesta en marcha puede ir desde días, hasta meses, y dependerá de:

1. Planificación y gestión apropiadas
2. Recursos y personal adecuados
3. Cantidad de problemas o deficiencias encontrados

CHECKLIST DE ARRANQUE

Son herramientas esenciales para la planificación y ejecución de tareas de arranque. Entre sus beneficios, se encuentran:

- Estandarización
- Prevención de sobrecarga cognitiva
- Mejora continua
- Aprendizaje colectivo

CheckList Generales de Verificación previo Arranque

1. Mantenimiento
 - ✓ Organización con personal directivo
 - ✓ Taller de montado y equipado
 - ✓ Piezas de repuesto y materiales en el almacén
 - ✓ Herramientas y procedimientos especiales
 - ✓ Procedimientos de inspección de equipo establecidos
 - ✓ Empaquetaduras y lubricantes apropiados a mano
 - ✓ Manuales de equipos catalogados
2. Inspecciones
 - ✓ Interiores de los recipientes
 - ✓ Empaquetaduras de los recipientes
 - ✓ Tuberías de acuerdo con los diagramas de tuberías e instrumentos
 - ✓ Disposición de equipos para el acceso y operación
 - ✓ Limpieza de las tuberías críticas
 - ✓ Aislamiento, señalización de las corrientes, etc.
 - ✓ Provisiones para toma de muestras
3. Prueba de presión, limpieza, secado y purgado
 - ✓ Pruebas a presión de tuberías y equipos
 - ✓ Limpieza de tuberías y equipos: agua a 12ft/s
 - ✓ Drenado del agua
 - ✓ Soplado de tuberías: aire a 200ft/s
 - ✓ Pruebas de continuidad con aire
 - ✓ Instalación de placas de orificio
 - ✓ Secado del proceso
 - ✓ Purga
 - ✓ Prueba de vacío
 - ✓ Expansión y soporte de la tubería
4. Servicios Generales
 - a. Energía eléctrica y alumbrado
 - ✓ Comprobación de la continuidad (megóhmetro)
 - ✓ Ajuste de disparo en las subestaciones

- ✓ Aislamiento y seguridad
- ✓ Toma de muestras y verificación del aceite en los transformadores
- b. Tratamiento de agua
 - ✓ Carga de lechos de filtros
 - ✓ Carga de intercambiador de iones
 - ✓ Sistemas de inyección de reemplazo
- c. Agua de enfriamiento
 - ✓ Limpieza de cabezales de admisión, laterales y líneas de retorno.
 - ✓ Drenado del agua
 - ✓ Limpieza de la batea de la torre
 - ✓ Ajuste de los ventiladores de la torre
- d. Aire comprimido de servicio
 - ✓ Limpieza del cabezal del aire por soplado
 - ✓ Carga de los desecantes y secado del cabezal
- e. Gas combustible
 - ✓ Identificación y colocación de avisos
 - ✓ Ventilación de líneas con aire
 - ✓ Purgado
- 5. Laboratorio de control
 - ✓ Personal directivo y equipos listos
 - ✓ Manual de toma de muestras publicado
 - ✓ Identificaciones de todos los productos y materias primas
 - ✓ Tiempo de retención de muestras establecido
- 6. Cañerías
 - ✓ Pruebas hidráulicas o neumáticas en todas las líneas, según planos y especificaciones
 - ✓ Prueba de campo de presiones testigo
 - ✓ Control de estructuras de sostenimiento de las líneas de tuberías
 - ✓ Instalación de sellos en válvulas donde se necesite
 - ✓ Instalación de filtros, bridas ciegas y otros accesorios
 - ✓ Lavado con agua o soplado con aire en cañerías pequeñas
 - ✓ Limpieza química en caso de ser requerido
 - ✓ Operado de sistemas de agua para enjuague, limpieza o seguimiento
 - ✓ Purga de cañerías de vapor
 - ✓ Limpieza de filtros
 - ✓ Colocado de aislaciones
 - ✓ Retirado de bridas ciegas
- 7. Equipos
 - a. Quemadores directos
 - ✓ Instrumentos y controles chequeados
 - ✓ Refractarios secados
 - b. Equipos mecánicos
 - ✓ Montaje en el campo

- ✓ Limpieza del sistema de lubricación
- ✓ Circulación de la lubricación para comprobar flujo y temperatura
- ✓ Limpieza y verificación final de agua de enfriamiento
- ✓ Verificación final y puesta en servicio de los instrumentos
- ✓ Verificación final de rotación libre y sin obstáculos
- ✓ Apretamiento de prueba de los pernos de anclaje
- ✓ Desconexión y conexión de tuberías para verificación de que no se aplican esfuerzos al sistema
- ✓ Instalación de filtros temporales
- ✓ Preparación para funcionamiento a una carga
- ✓ Operación con el elemento impulsor desacoplado
- ✓ Acoplado del elemento impulsor y verificación de la alineación
- ✓ Verificación final del sistema de desfogue
- ✓ Verificación final del sistema de sello
- ✓ Operación en vacío para comprobar la ausencia de vibraciones y calentamiento de cojinetes
- ✓ Operación por debajo de la carga
- c. Motores eléctricos
 - ✓ Rotación
 - ✓ Secado
 - ✓ Pruebas sin carga
- d. Equipos de vacío
 - ✓ Pruebas de alineación en el asentamiento
- e. Bombas
 - ✓ Ajuste de la alineación en el asentamiento
- f. Válvulas
 - ✓ Correcto funcionamiento de todas las válvulas del sistema
- g. Medición de vibraciones
- h. Instrumentos
 - ✓ Soplado con aire limpio
 - ✓ Secado
 - ✓ Control de continuidad de cero y ajuste
 - ✓ Calibrado requerido
- i. Limpieza química
 - ✓ Activación
 - ✓ Pasivación
 - ✓ Enjuague
- 8. Preparación para la operación
 - ✓ Hojas de bitácora
 - ✓ Herramientas de mano, mangueras y escaleras portátiles a mano
 - ✓ Contenedores y bolsones disponibles

- ✓ Abastecimientos diversos (bloques para órdenes de trabajo, formas de requisición) a mano
9. Seguridad
- ✓ Ropa protectora y demás elementos de seguridad a mano
 - ✓ Procedimientos de seguridad para cierre de planta, entrada de tanques, permisos para trabajos en caliente y excavaciones por escrito
 - ✓ Primeros auxilios y asistencia médica disponibles
 - ✓ Ajuste e instalaciones de válvulas de seguridad comprobados
10. Protección contra incendio
- ✓ Trajes, extintores y demás elementos a mano
 - ✓ Procedimiento contra incendios planeados
 - ✓ Productos químicos para la formación de espuma a mano
 - ✓ Brigada contra incendios organizada

Por último, es importante revisar el inventario de almacenes, para verificar que no reste ningún insumo, instrumento, equipo (o componente de equipo), o válvula sin instalar.

RESUMEN PRUEBAS EN EQUIPOS

Se trata de los ensayos que se realizarán a fin de verificar el estado y funcionamiento óptimo de la instalación. Entre ellos, se encuentran:

- Pruebas de Ultrasonido: Permite detectar discontinuidades en el material.
- Pruebas de Presión
- Pruebas de Fugas: Tanto de vacío, neumática e hidráulica

SIMULACIÓN DE PUESTA EN MARCHA

Es posible simular el procedimiento de puesta en marcha y operación de la planta mediante materiales similares a las de la planta.

En general, se reemplaza:

1. Líquidos con agua
2. Gases con vapor
3. Sólidos con sal común (o la misma materia prima en caso de no ser costosa)

SECUENCIA DE PUESTA EN MARCHA DE PLANTA DE SULFATO DE AMONIO

Una vez que todos los puntos de las Checklist de actividades previas al arranque estén completos, se procede al arranque propiamente dicho. Se debe realizar un **control manual** hasta el momento en que se llegue al punto operativo. En ese instante, se pasa a **control automático**.

Se deberá contemplar el uso de corrientes auxiliares para reemplazar aquellas que provienen de proceso aguas arriba, así como un sistema de recolección y almacenamiento de corrientes de salida fuera de especificación.

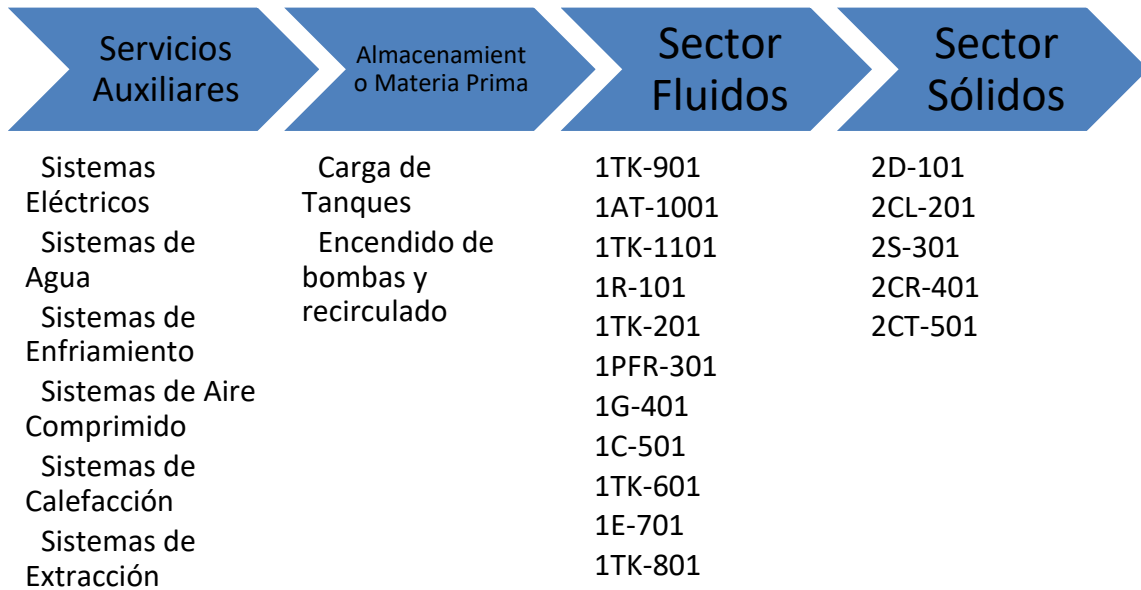
El mismo, seguirá la siguiente secuencia:

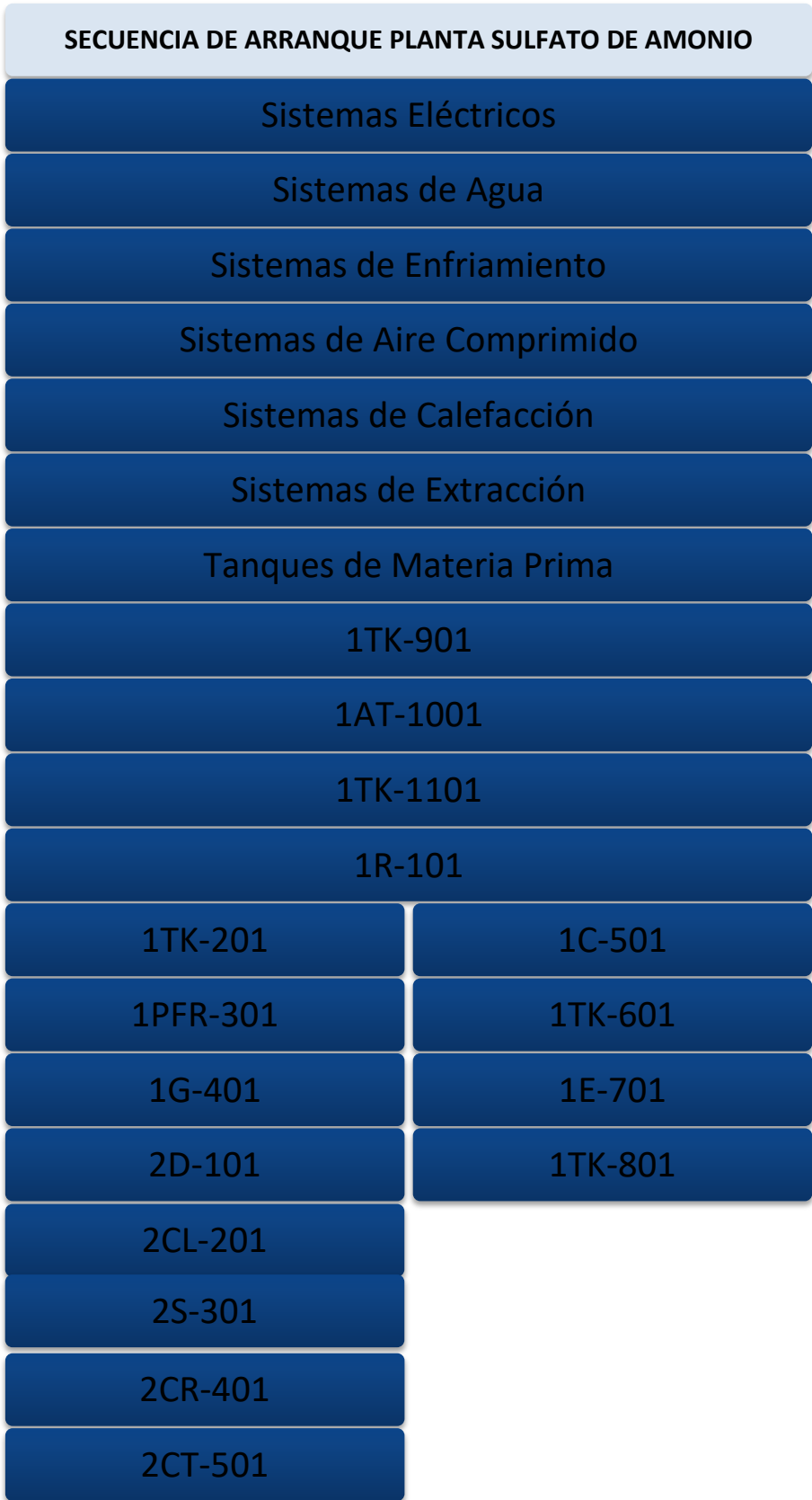
1. Puesta en Marcha de Servicios Auxiliares
 - a. Activación sistemas eléctricos
 - b. Activación sistemas de agua de incendio, de proceso, y potable
 - c. Llenado sistemas de agua de enfriamiento y circulado
 - d. Activación de aire de instrumentos y de planta
 - e. Encendido del quemador y ventilador de extracción de gases
 - f. Disposición de desechos
2. Puesta en Marcha de Tanques de Materia Prima
 - a. Descarga de Ácido Sulfúrico y Amoniaco a los respectivos tanques
 - b. Arranque de bombas de materia prima
3. Puesta en Marcha del Sector Fluido
 - a. Puesta en Marcha 1TK-901
 - i. Flujo de agua fresca y materia prima
 1. Se deberá agregar la suficiente agua fresca para compensar el flujo de condensado.
 2. El flujo de ácido deberá aumentar paulatinamente, ya que el amoniaco a absorber aumentará en el tiempo.
 3. A medida que comienza a fluir agua desde 1TK-801, disminuir paulatinamente el flujo de agua fresca.
 - ii. Llenado hasta nivel operativo
 - iii. Verificación pH operativo alcanzado
 - iv. Flujo hacia 1AT-1001
 - b. Puesta en Marcha 1AT-1001
 - i. Flujo de corriente gaseosa desde 1C-501
 - ii. Flujo de corriente líquida des de 1TK-901
 - iii. Verificación concentración de amoniaco en la salida gaseosa
 - iv. Flujo de salida líquida hacia 1TK-1101

- c. Puesta en Marcha 1TK-1101
 - i. Flujo de salida líquida desde 1AT-1001
 - ii. Llenado hasta nivel operativo
 - iii. Flujo hacia 1R-101 y 1TK-201
 - 1. Se deberá contemplar una posible desviación de ésta salida, para el caso de que el reactor aún no se encuentre en fase de arranque.
- d. Puesta en Marcha 1R-101
 - i. Circulación de agua por camisa
 - ii. Flujo de materias primas y de reciclo de 1TK-1101
 - 1. El flujo deberá aumentar paulatinamente
 - iii. Control manual de 1R-101 hasta lograr producto en especificación
 - 1. El producto fuera de especificación será almacenado en un recipiente auxiliar, y luego dispuesto o reprocesado.
 - 2. Se deberá realizar análisis de las propiedades del producto con una cierta frecuencia en el laboratorio de calidad.
- e. Puesta en Marcha 1TK-201
 - i. Flujo de producto en especificación desde 1R-101 y reciclo de 1TK-1101
 - 1. El flujo deberá aumentar paulatinamente.
 - 2. Se deberá contemplar el agregado de agua fresca para sustituir el agua de reciclo.
 - ii. Llenado hasta nivel operativo
- f. Puesta en Marcha 1PFR-301 y 1G-401
 - i. Flujo de corrientes principales y materias primas hacia el 1PFR-301
 - 1. El flujo deberá aumentar paulatinamente.
 - ii. Almacenamiento del producto a la salida del granulador
 - 1. El producto fuera de especificación será almacenado en un recipiente auxiliar, y luego dispuesto o reprocesado.
 - 2. Se deberá realizar análisis de las propiedades del producto con una cierta frecuencia en el laboratorio de calidad.
- g. Puesta en Marcha 1C-501 y 1TK-601
 - i. Circulación de agua por tubos
 - ii. Circulación vapor por coraza
 - 1. En caso de ser posible, se dispondrá de una cañería secundaria de vapor que provea una empresa adyacente. A medida que se generan vapores en 1R-101 y 1G-401, se disminuirá este flujo auxiliar hasta cero.
 - iii. Control manual de 1C-501 hasta lograr operación normal
 - 1. El condensado se enviará en primer lugar a 1TK-601, y luego al 1E-701, independientemente de su temperatura y caudal.

- h. Puesta en Marcha 1E-701
 - i. Circulación de agua por tubos
 - ii. Circulación de agua de proceso por coraza
 - iii. Control manual de 1E-701 hasta lograr operación normal
 - 1. El agua se enviará al 1TK-801, independientemente de su caudal.
 - i. Puesta en Marcha 1TK-801
 - i. Flujo de agua desde 1E-701
 - ii. Llenado hasta nivel operativo
 - iii. Flujo hacia 1TK-201 y 1TK-901
 - 1. En este punto, se debe interrumpir el flujo de agua fresca al 1TK-201.
4. Puesta en Marcha Sector Sólido
- a. Puesta en Marcha 2D-101
 - i. Flujo de gas caliente desde el quemador
 - ii. Flujo de producto desde 1G-401
 - 1. Ambos flujos deben aumentar paulatinamente.
 - iii. Flujo de producto hacia 2CL-201
 - 1. Se deberá realizar análisis de las propiedades del producto, principalmente humedad, con una cierta frecuencia en el laboratorio de calidad.
 - b. Puesta en Marcha 2CL-201
 - i. Flujo de aire frío
 - ii. Flujo de producto desde 2D-101
 - 1. Ambos flujos deben aumentar paulatinamente.
 - iii. Flujo de producto hacia 2S-301
 - 1. Se deberá controlar la temperatura de salida.
 - c. Puesta en Marcha 2S-301
 - i. Flujo de producto desde 2CL-201
 - 1. Deberá aumentar paulatinamente.
 - ii. Reprocesado de producto
 - 1. Se deberá reenviar al granulador el producto hasta que se alcance la especificación deseada.
 - iii. Flujo de producto en especificación hacia 2CT-501
 - d. Puesta en Marcha 2CR-401
 - i. Flujo de producto desde 2S-301
 - 1. Deberá aumentar paulatinamente.
 - ii. Flujo hacia 1G-401

- e. Puesta en Marcha 2CT-501
 - i. Flujo de producto desde 2S-301
 - 1. Deberá aumentar paulatinamente.
 - ii. Flujo de agente coating desde 2H-601
 - iii. Flujo de producto hacia 2H-701
 - 1. Se deberá realizar análisis de las propiedades del producto, principalmente humedad, con una cierta frecuencia en el laboratorio de calidad.





ASPECTO AMBIENTAL

LEGISLACIÓN Y NORMATIVAS VIGENTES

La legislación aplicable al proyecto, construcción y operación de la planta, en relación al Medio Ambiente, es la siguiente:

1. Ley 11459 De Radicación Industrial; Decreto 1741/96.

Regula la radicación de establecimientos industriales en la Provincia de Buenos Aires. Prevé, entre otras cosas, una categorización de cada industria, según su Nivel de Complejidad Ambiental. Exige como requisito para la habilitación el “Certificado de Aptitud Ambiental”, al cual se accede a través de una Evaluación de Impacto Ambiental. Su duración es de 2 años, siendo necesaria una auditoría ambiental para su renovación.

2. Ley 5965: Protección de las Fuentes de Provisión y a los Cursos y Cuerpos Receptores de Agua y Atmósfera; Decretos 2009/60 y 3970/90; Resolución 336/03

Regula los efluentes líquidos y gaseosos vertidos por las industrias en la Provincia de Buenos Aires. Establece la necesidad del “Permiso de Descarga”, renovable bajo las mismas condiciones que el CAA. Proporciona los límites permitidos de descarga de contaminantes, a la vez que determina las técnicas de muestreo y monitoreo de los mismos.

3. Ley 11720: Residuos Especiales; Decreto 806/97; Resolución 592/00

Regula la generación, manipuleo, almacenamiento, tratamiento y disposición final de residuos especiales por parte de establecimientos industriales.

Otorga la definición de residuo especial, a la vez que los clasifica según su generación o componente tóxico, y según el peligro que representan.

Exige la obtención del “Certificado de Habilitación Especial”, de 1 año de duración.

Da indicaciones sobre el registro de la generación, y manifiestos de transporte, tratamiento y disposición.

Marca responsabilidades sobre los residuos. Establece tipos de tratamientos y disposición permitidos.

A su vez, dicta reglamentación para almacenamiento transitorio de residuos en planta.

4. Ley 11347: Residuos Patogénicos; Decreto 450/94

Regula la generación, manipuleo, almacenamiento, tratamiento y disposición final de residuos patogénicos por parte de establecimientos industriales.

Otorga la definición de residuo patogénico, a la vez que los clasifica según su generación y según el peligro que representan.

Marca responsabilidades sobre los residuos. Establece tipos de tratamientos y disposición permitidos.

En cuanto a normativa internacional, se puede mencionar a:

5. ISO 14.001

La certificación ISO 14001 tiene el propósito de apoyar la aplicación de un plan de manejo ambiental en cualquier organización del sector público o privado. Fue creada por la Organización Internacional para Normalización (International Organization for Standardization - ISO), una red internacional de institutos de normas nacionales que trabajan en alianza con los gobiernos, la industria y representantes de los consumidores. El grupo de normas ISO, que contiene diversas reglas internacionales que han sido uniformizadas y son voluntarias, se aplica ampliamente en todos los sectores de la industria.

La norma ISO 14001 exige a la empresa crear un plan de manejo ambiental que incluya: objetivos y metas ambientales, políticas y procedimientos para lograr esas metas, responsabilidades definidas, actividades de capacitación del personal, documentación y un sistema para controlar cualquier cambio y avance realizado. La norma ISO 14001 describe el proceso que debe seguir la empresa y le exige respetar las leyes ambientales nacionales. Sin embargo, no establece metas de desempeño específicas de productividad.

Con esta certificación se trata de mejorar la manera en que una empresa reduce su impacto en el medio ambiente, lo que puede crear beneficios internos al mejorar el uso de los recursos (por ejemplo, reduciendo el uso de materia prima y energía, o mejorando el manejo de desechos). La principal limitación con ISO 14001 es que no hay requisitos específicos. Esto quiere decir que una empresa con metas muy ambiciosas y una con metas más modestas, pueden ser certificadas por igual. En algunos casos, una certificación ISO 14001 sólo significa que la empresa ha desarrollado un plan de protección ambiental y que está cumpliendo con las leyes nacionales referentes al medio ambiente, mientras que para otras, implica mucho más. En consecuencia, el efecto depende en gran medida del compromiso que asuma cada empresa de manera individual.

CATEGORIZACIÓN

La legislación prevé una “Categorización” de los establecimientos, según su *Nivel de Complejidad Ambiental (NCA)*, calculado según:

$$NCA = ER + Ru + Ri + Di + Lo$$

ER depende de los efluentes y residuos generados; Ru del rubro del establecimiento, según la clasificación internacional de las actividades industriales; Ri de las serie de riesgos posibles; Di del dimensionamiento y magnitud del establecimiento; y Lo de su localización en las diferentes zonas.

Una vez calculado NCA:

- Hasta 11: Establecimientos de Primera Categoría
- De 12 a 25: Establecimientos de Segunda Categoría
- Mayor de 25: Establecimientos de Tercera Categoría

Aquellos establecimientos que se consideran demasiado peligrosos para la población circundante y medio ambiente, serán considerados de tercera categoría independientemente de su NCA.

* Efluentes y Residuos (ER)

Se clasifican como de tipo 0, 1 o 2, según el tipo de efluente y residuo generado.

Tipo 0 (componentes naturales del aire, agua sin aditivos, sólidos asimilables a domiciliarios): se le asigna el valor 0.

Tipo 1 (gases de combustión de hidrocarburos líquidos, agua provenientes de plantas de tratamiento, sólidos efluentes del tipo 0 y/o 1): se le asigna el valor 3.

Tipo 2 (gases no comprendidos en los tipos 0 y 1, líquidos con residuos especiales y sólidos que puedan contener sustancias peligrosas): se le asigna el valor 6

En aquellos casos en que los efluentes y residuos generados en el establecimiento correspondan a una combinación de más de un Tipo, se le asignará el Tipo de mayor valor numérico.

* Rubro (RU)

De acuerdo a la clasificación internacional de actividades y teniendo en cuenta las características de las materias primas que se empleen, los procesos que se utilicen y los productos elaborados, se dividen en tres grupos

- Grupo 1: se le asigna el valor 1
- Grupo 2: se le asigna el valor 5
- Grupo 3: se le asigna el valor 10

* Riesgo (Ri)

Se tendrán en cuenta los riesgos específicos de la actividad, que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante, asignando 1 punto por cada uno, a saber: Riesgo por aparatos sometidos a presión, Riesgo acústico, Riesgo por sustancias químicas, Riesgo de explosión, Riesgo de incendio.

* Dimensionamiento (Di): Tendrá en cuenta:

a) Cantidad de personal

- Hasta 15	adopta el valor 0
- Entre 16 y 50	adopta el valor 1
- Entre 51 y 150	adopta el valor 2
- Entre 151 y 500	adopta el valor 3
- Más de 500	adopta el valor 4

b) Potencia instalada (en HP)

- Hasta 25	adopta el valor 0
- De 26 a 100	adopta el valor 1
- De 101 a 500	adopta el valor 2
- Mayor de 500	adopta el valor 3

c) Relación entre Superficie cubierta y Superficie total

- Hasta 0,2	adopta el valor 0
- De 0,21 hasta 0,5	adopta el valor 1
- De 0,51 a 0,81	adopta el valor 2
- De 0,81 a 1,0	adopta el valor 3

* Localización (Lo) Tendrá en cuenta:

a) Zona

- Parque industrial:	adopta el valor 0
- Industrial Exclusiva y Rural:	adopta el valor 1
- El resto de las zonas:	adopta el valor 2

b) Infraestructura de servicios de: Agua, Cloaca, Luz, Gas. Por la carencia de cada uno de ellos se asigna 0,5.

Cálculo N.C.A.

Parámetro	Detalle	Valor
ER	Se generan residuos de tipo 2	6
Ru	Fabricación de productos de la industria de abonos nitrogenados.	10
Ri	Riesgo por aparatos sometidos a presión, Riesgo acústico, Riesgo por sustancias químicas, Riesgo de explosión, Riesgo de incendio.	5
Di	Personal entre 51 y 150 Potencia entre 101 y 500HP Entre 51 y 81% superficie cubierta	6
Lo	Ubicación en Parque Industrial	0
N.C.A.	Suma de las anteriores	27

Se trata de una empresa de 3ra Categoría.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Una vez categorizado el emprendimiento, el interesado deberá presentar, ante la Autoridad de Aplicación o el Municipio, una Evaluación de Impacto Ambiental (E.I.A.), identificando los impactos ambientales asociados al funcionamiento del establecimiento en el medio circundante.

1) **Evaluación Ambiental:** diagnóstico ambiental del área de influencia del proyecto, completa descripción y análisis de los recursos ambientales. Se realizará en función de información primaria, generada, salvo aquellos ítems señalados con (*) donde podrá utilizarse información antecedente. Deberá involucrar:

1.1 - Medio Ambiente Físico:

1.1.1 - Caracterización climática (*)

El clima corresponde al templado húmedo de llanura. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 15 y 17°C, con mínimas y máximas moderadas, pero con heladas en invierno y primavera. Las temperaturas promedio de julio están en el orden de los 10°C, y las de enero en los 24°C, alcanzando valores extremos de 44°C y -4°C. El clima en esta zona está fuertemente influenciado por el Río Paraná que modera la temperatura disminuyendo la frecuencia de heladas.

El valor promedio de precipitaciones anuales es de 1082 mm e históricamente oscilaba de 850 a 1000 mm. Las estaciones más lluviosas son la primavera y el otoño, y la más seca el invierno.

Los meses más lluviosos van de octubre a abril cuando el total promedio asciende a 824 mm, es decir al 77% del total anual.

Los vientos dominantes son del este (24,8%), norte (23,5%) y sur (21,5%). La velocidad media se sitúa alrededor de 9,3 km/h. Entre los fenómenos meteorológicos extemporáneos predominan los vientos del S.E (Sudestada) y S.O. (Pampero), con ráfagas que oscilan entre los 50 a 60 km/h.

La evapotranspiración real media es de unos 780 mm anuales. Durante el verano y debido a las elevadas temperaturas, la evapotranspiración es muy alta y hay un ligero déficit hídrico en diciembre, enero y febrero.

1.1.2 - Geología - geomorfología (*)

Superficie total: 68.000 hectáreas.

Continental: 66.620 hectáreas - 98%

Islas: 1.380 hectáreas - 2%

Urbana: 2.368 hectáreas - 3%

Rural: 65.632 hectáreas - 97%

Características: La superficie del suelo es ligeramente ondulada y con una suave inclinación hacia el N.E., con una cota cercana a los 40m en el límite oeste del partido, respecto al mareógrafo existente en el Riachuelo, y una cota aproximada de 15m en la parte superior de la barranca a orillas del río Paraná. El sector continental integra parte de la denominada Pampa Ondulada, que es una llanura formada por sedimentos de origen continental. La barranca es el rasgo morfológico más destacado en la región y es una exposición sedimentaria debida a una falla tectónica que marca el límite de la Llanura pampeana o Pampa Ondulada. El sector ubicado entre la barranca y el arroyo Yaguarón posee un relieve llano, con lagunas redondeadas y sin conexiones importantes con el río. El sector insular tiene una morfología totalmente distinta y el origen del mismo es eminentemente fluvial. Gran parte de esta estructura geomorfológica corresponde a una llanura de bancos: con arenales, bañados y pantanos, y a llanuras de meandros: caracterizadas por albardones y lagunas semilunares (en el sentido de Iriondo M. y Drago E., 1972). Se trata de depósitos sedimentarios que se asientan en sectores del río donde disminuye la velocidad de la corriente, constituyendo los denominados “depósitos de cauce”. A estas estructuras se van adosando con cada creciente grandes cantidades de limos y arenas y evolucionan finalmente a “depósitos de inundación” Debido a la heterogeneidad ambiental de la región existe un fuerte amosaicamiento de los suelos.

Pampa Ondulada

El perfil tipo correspondiente a los primeros 0,25 a 0,30 metros posee una textura arcillosa con un tenor de materia orgánica del 3% aproximadamente. La plasticidad de los mismos es de baja a mediana en el primer metro; entre éste y el segundo metro es mediano-alto y entre los 2 y 6 m de baja a mediana.

La consistencia es “blanda” o “medianamente compacta” en los primeros 4 metros. El pH varía entre 5 a 6.

Por su relieve, esta zona no ofrece mayores problemas de drenaje; posee una red de avenamiento bien definida y los suelos están compuestos por sedimentos eólicos uniformes y cohesivos, comúnmente de color castaño claro.

El sedimento, denominado Loess Pampeano, es fino y posee nutrientes que fortalecen el crecimiento de las plantas. Su cohesión se debe a la presencia de un cementante de naturaleza predominantemente calcárea o arcillosa.

Los “sedimentos pampeanos” característicos de la región son parte de la cubierta superficial. Están compuestos por sedimentos loessicos de origen primario (sedimento que es depositado por el viento) y secundario (sedimentos principalmente fluviales) siendo estos mayoritariamente limosos, con variables proporciones de arena y arcilla.

Barrancas

Sobre la ribera del Río Paraná hay un accidente natural, conocido como barrancas, cuyo desnivel es de aproximadamente 15 a 20 m. Sobre dicha ribera se encuentran suelos con una fuerte impregnación calcárea, comúnmente llamada tosca.

Esta formación se extiende desde Rosario hasta Barrancas de Belgrano, y desaparece en las cuencas de los arroyos, con respecto a la planicie del río Paraná.

Formación	Edad	Litología	Nivel (m.s.n.m.)
Post pampeano	Holocena	Limos, arcillas y arenas finas de origen fluvial, marino y lacustre.	
Pampeano	Pleistocena	Limos arenosos y arcillosos c/tosca, eolo-fluviales.	
Arenas Puelches	Plio-Pleistocena	Arenas sueltas, finas y medianas, fluviales.	
Paraná	Miocena Superior	Arcillas y arenas con fósiles marinos.	entre -37 y -85
Olivos	Miocena Inferior	Areniscas y arcilitas c/yeso y anhidrita, eolo-fluviales.	entre -85 y -721
Basaltos	Proterozoica	Gneises, milonitas, granitos.	-721

1.1.3 - Recursos hídricos

1.1.3.1 - Superficial

Río Paraná

Es un extenso río de llanura con un caudal promedio de 16.000m³.seg⁻¹, recorre aproximadamente 4000 km en dirección norte-sur, definiendo una cuenca de 3.000.000 de km² que comprende parte del territorio de 4 países: Brasil, Bolivia, Paraguay y Argentina.

Por sus características, el Paraná presenta cambios de cauce y un lecho móvil, lo que se traduce en modificaciones del canal de navegación y en el calado de los pasos críticos.

Sus aguas son turbias, por la gran cantidad de sólidos en suspensión que transportan, tienen un pH levemente alcalino y baja conductividad. El sistema fluvial Paraná - Paraguay ha sido utilizado desde tiempos pre-colombinos como una vía fluvial para la navegación y transporte de mercaderías y personas.

El ciclo hidrológico del río Paraná en la región origina crecidas a fines del mes de febrero (por encima de los 2,00 m.s.n.m.) y bajantes en agosto- septiembre (menores a los 2,00 m.s.n.m.).

Arroyo Ramallo

El arroyo Ramallo se origina por la confluencia de sus dos principales afluentes: los arroyos Manantiales Grande y Manantiales Chico, que nacen en una serie de pequeñas lagunas y cañadas alimentadas por manantiales producto del surgimiento de aguas subterráneas, en el partido de

Pergamino. Luego de recorrer 80 km desemboca en el río Paraná Guazú, a la altura del km 347,5.

Tiene un régimen subterráneo pluvial, y registra crecidas luego de lluvias en su cuenca de drenaje. No existen estaciones de aforo ni registros de la altura hidrométrica a lo largo de su cauce.

La cuenca ocupa una superficie de 113.000 ha (INTA, 1993) pertenecientes a los partidos de San Nicolás, Ramallo y Pergamino. Limita al norte con la cuenca del arroyo Del Medio, al sur con cuencas menores que tributan directamente al río Paraná -zanjón Ramallo, etc.- al este con el río Paraná y hacia el oeste con la cuenca del río Arrecifes.

La pendiente de la región no llega en general al 2%, aunque en ciertos casos puede superar el 3%. En la cuenca del arroyo los desniveles son aún menores, oscilando entre el 0,5 y el 1%.

Arroyo del Medio

El origen del arroyo del Medio se halla en las cercanías de la localidad de Juncal, provincia de Santa Fe, en una serie de pequeñas lagunas, cañadas y canales - Juncal, Wheelwright y Labordeboy - alimentados por vertientes, producto del surgimiento de aguas subterráneas.

La longitud total del arroyo es de aproximadamente 120 km. Sus principales afluentes son el arroyo El Arbolito, De Las Escobas-Saladillo, el arroyo de Cepeda y el arroyo Juárez. A su vez en el arroyo Del Medio desembocan varias cañadas, una de las principales es la Cañada de Roldán que corre en rumbo aproximado sur-norte en cercanías de la localidad de Conesa. Tiene un régimen subterráneo –superficial y registra crecidas cuando se producen lluvias en su cuenca de captación.

La cuenca ocupa un área aproximada de 2.200 km² y limita al norte con la cuenca del arroyo Pavón, al sur con la del arroyo Ramallo, al este con el río Paraná y hacia el oeste con la cuenca del río Arrecifes. En la provincia de Buenos Aires ocupa parcialmente los partidos de San Nicolás, Colón y Pergamino, aproximadamente 540 km².

La pendiente promedio en dirección a este arroyo es de 1,25 m/km. El caudal del arroyo cerca de su desembocadura varía entre 7 y 8 m³/s.

El arroyo atraviesa un paisaje eólico constituido por lomadas y depresiones muy suaves cubiertas de loess, donde las únicas vías de avenamiento, generalmente deficientes, son las llamadas cañadas de origen probablemente tectónico más que fluvial, debido a movimientos diferenciales muy leves de la corteza terrestre. Solo en la faja aledaña al río Paraná la acción fluvial alcanzó a desarrollar cuencas bien definidas (Iriondo, 1981).

Un accidente destacable en el perfil longitudinal del arroyo lo constituye el “salto del Molino Santa Clara”. Este salto está originado por la llamada erosión retrocedente. Al formarse la falla que dio origen a las barrancas del Paraná, los arroyos quedaron “colgados” de ésta, y

comenzaron a incidir su cauce, erosionándolo “hacia atrás”. Este mismo origen tiene el salto de la RyCSA sobre el arroyo Ramallo.

1.1.3.2 - Subterráneo

Acuíferos

Se diferencian tres grandes secciones o unidades hidrogeológicas apoyadas sobre el basamento impermeable, denominándose Sección Hipopuelches la inferior, Sección Puelches la media y Sección Epipuelches la superior.

Sección Epipuelches: está alojada en sedimentos del Pampeano y Postpampeano y porta dos capas acuíferas, una de carácter freático libre y otra semiconfinada. La capa freática que en algunas zonas se encuentra agotada, o también aflorando a veces como respuesta a períodos muy lluviosos o por cese de explotación de acuíferos inferiores a la misma, proporciona bajos caudales de explotación (inferiores a 1 m³ /h). Son aguas en general de mala calidad por su contaminación química y bacteriológica con pozos sépticos domiciliarios. Su techo acompaña la morfología de la superficie. A veces emerge en forma de lagunas y otras aparece a los 4,00 a 10,00 metros de profundidad. La primera capa con cierto grado de confinamiento está limitada superior e inferiormente por sedimentos poco permeables, alumbrándose a profundidades que varían entre los 10,00 y los 30,00 metros. Proporciona caudales de extracción muy dispares, variando entre 1,00 y 40,00 m³ /h., las aguas son duras, frecuentemente presentan exceso de nitrato y contaminación bacteriológica y de oligoelementos provenientes de residuos industriales que son derivados a pozos filtrantes.

Sección Puelches: es portadora del acuífero Puelche, que es la segunda napa semiconfinada, asentada sobre sedimentos impermeables (arcillas verdes de la formación Paraná), que limitan la filtración vertical descendente. Por el contrario, la existencia de sedimentos permeables en su techo permite la conexión hidráulica con los acuíferos superiores o sección epipuelches. Esto tiene mucha importancia para la recarga del acuífero y para comprender su posible contaminación. El rendimiento oscila entre 20 y 150 m³ /h.

Sección Hipopuelches: se encuentra pobremente descrita debido a las relativamente pocas perforaciones que la alcanzan y atraviesan. Se halla ubicada en los sedimentos continentales de la formación Olivos y en su porción superior en sedimentos de la formación Paraná. Es portadora de por lo menos 3 capas acuíferas, que poseen carácter confinado y están sometidas a fuerte presión artesiana. El acuífero superior de esta sección, si bien proporciona caudales altos (entre 30 y 150 m³ /h) presenta tenores salinos elevados (más de 3 g/l). En la perforación de Gas del Estado la primera capa se halló entre 416 y 427 m bbdp. Se trató de aguas altamente mineralizadas. Entre 741 y 757 m bbdp se halló otro nivel acuífero. En el Hospital Regional de San Nicolás, se extrajo agua de un nivel de 384 m bbdp, con 30,5 g/l de residuo sólido, y 14,34 g/l de cloruros (es decir agua salobre).

ACUIFERO	NIVEL	ESTRATOS EN QUE SE ENCUENTRA	PROFUNDIDAD APROX. (bb dp)	CAUDAJ (m ³ /H)	CALIDAD DE AGUA
Epipelche	Freática (libre) 1° napa	Pampeano y postpampeano	0 a 10 m	1	Contaminación bacteriológica y química
	2° napa (semiconfinada)	Pampeano y postpampeano	10 a 30 m	1 a 40	Aguas duras, a veces con exceso de nitrato, contaminación bacteriológica y con oligoelementos (Mn y Fe)
Puelche	3° napa (semiconfinada, multicapa)	Arenas Puelches	40 a 80 m	20 a 150	Muy buena calidad; con exceso de explotación aparecen nitratos y mayor salinidad. Salinidad menor a 2g/l
Hipopuelche	Varios niveles (confinados)	Formación Paraná o "verde"	70 a 150 m	60 a 150	Salina: más 3 g/l de sal
		Formación Olivos "rojos"	>100 m	–	Muy salina: 30 g/l de sal

1.1.4 - Atmósfera

A escala local la contaminación atmosférica depende del tipo y concentración de gases emitidos y de las condiciones meteorológicas del lugar. La existencia de vientos y el grado de humedad son factores que distribuyen, dispersan o concentran los contaminantes.

La calidad del aire se ve afectada principalmente por los gases de combustión derivados de fuentes móviles (vehículos en general y transporte público) y por los efluentes gaseosos generados por fuentes fijas o estacionarias de emisión como son las industrias y la planta generadora de energía.

1.1.5 - Medio biológico (*)

El partido de San Nicolás, que está comprendido por tres ecorregiones, posee una gran diversidad de especies.

Estas ecorregiones son Delta del Paraná, Pampa y Espinal y son las determinantes de la vida silvestre del lugar.

Dentro de la flora y fauna es importante y necesario destacar que debido al accionar del hombre, ya sea por caza, tala o avance de la urbanización sobre lugares naturales, se pone en riesgo la subsistencia de muchas de estas especies.

Delta del Paraná

Está determinado por los valles de inundación del río Paraná, el cual ocupa un antiguo estuario marino junto al río de la Plata.

Representa un conjunto de islas bajas e inundables, delimitadas por los brazos laterales y cauces principales de los grandes ríos y extensos bajíos ribereños.

Pampa

El origen de esta región es el relleno sedimentario de la gran fosa de hundimiento tectónico que se extiende hasta Chaco.

Espinal

Esta ecorregión es el bosque autóctono desconocido de la Pampa.

Se extiende en forma de arco desde el centro de la provincia de Corrientes, norte de Entre Ríos, pasando por el centro de Santa Fe y Córdoba, centro sur de San Luis y La Pampa, hasta el sur de Buenos Aires.

Se desarrolla en dos zonas alejadas geográficamente una de otra, pero con características cismáticas y edáficas (suelos) similares, correspondientes al Distrito de los Talaes y al Distrito del Caldén.

Los suelos sobre los que ambos distritos se asientan, son arenosos o loessicos (limo muy fino), algo elevados o sobre viejas dunas.

El Distrito de los Talaes, que es el que está comprendido en este partido, es el de mayor biodiversidad y a la vez es el menos conocido de la provincia del Espinal pues cubre una región dedicada, desde hace muchos años, a la agricultura, ganadería, urbanización, extracción de tosca para caminos, invasión de especies exóticas. Su área ha sido explotada y desmontada casi totalmente.

Originariamente estaba constituido por el bosque xerófilo que se extendía, hasta mediados del siglo 20, desde las barrancas del Paraná y los albardones próximos a la ribera del Río de la Plata, hasta la bahía de Samborombón y luego, por viejas cadenas de médanos (talaes de conchilla), hasta cerca de Mar del Plata. En el noroeste de la provincia estaba presente en los partidos de Carmen de Areco, Bartolomé Mitre, Pergamino, San Nicolás, Ramallo, San Pedro, Baradero, Lima, Zarate, Escobar, Campana.

Fauna

Mamíferos: Carpincho; Gato Montés; Gato de Pajonal; Zorro Gris; Zorrino y Comadreja; Lobito de río; Murciélagos.

Roedores: Cuis; Colilargo del Plata; Colilargo isleño; Rata; Nutria; Ratón de campo.

Anfibios: sapo común; sapo cavador; escuercito común y rana rayada; rana criolla

Reptiles: tortuga de río; tortuga de laguna; lagarto overo; víbora ciega; víbora de cristal; culebras acuáticas; yacaré overo; víbora de la cruz o yará grande.

Aves: patos, garzas, gaviotas, gaviotines, cuervillos, gavilán caracolero, chaja, cigüeña, cisnes, macaes, federal, cardenal, pepitero gris, cardenal, cardenilla, corbatita domino y común; lechucita vizcachera, carancho, chimango, hornero, benteveo, misto, cabecita negra, milano blanco, lechuza de campanario, tordos renegrado, pico corto, hornero, calandria, chinchero chico, inambues (Perdiz), espartillero pampeano, espartillero enano, flamenco austral; carpinterito Común, mosqueta ojo dorado, torcacita colorada, piojito silbón, pepitero verdoso, caserote castaño, curutí blanco, bandurrita chaqueña, barullero, canastero chaqueño, cortarramas, coludito copetón.

Flora

Ecorregión Pampa: La formación vegetal originaria característica de la eco región es el pastizal templado, cuya comunidad dominante es el flechillar, usualmente de consumo del ganado, la que predominan géneros gramíneos como flechilla, paja vizcachera, flechilla mansa, cebadilla criolla, briza, cola de zorro, poa, pasto camalote, pasto miel y pasto pelillo.

Diferentes limitantes del suelo permiten la presencia de otras comunidades vegetales: pastizales halófilos, con pasto salado y espartillo, pajonales diversos (espadañales, juncales y totorales), comunidades boscosas restringidas a barrancas: talaes compuesto por el algarrobo blanco (en retroceso en la provincia de Bs.As), el tala y sombra de toro.

Ecorregión Delta de Paraná: La vegetación en esta región está compuesta por bosques y arbustales, franjas ribereñas sobre albardones en islas.

Bosques: sauce criollo, aliso de río, ceibo, curupí, mata ojo.

Arbustales: espinillo, chilcas, duraznillo negro, acacia mansa, carpinchera.

Pajonales y Pastizales (valles de inundación): cortadera, totora, espadaña, canutiyo, carrizo.

Acuáticas: camalotes, junco pehuajo.

Ecorregión Espinal: En su interior mezcla el paisaje de selva con árboles como el tala, el tembetari, algarrobo blanco, los cuales sirven de soporte a lianas y epífitas. El espinal esta representado por especies arbóreas de espinas y hojas pequeñas como el molle y el espinillo.

La comunidad de esta región está representada por el bosque de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) y el bosque de tala (*Celtis tala*).

1.2.) Medio Ambiente Socio económico y de infraestructura (*):

1.2.1 - Caracterización poblacional

La población del partido es de 145.857 habitantes y se distribuye en seis núcleos urbanos, San Nicolás como ciudad cabecera y cinco delegaciones: La Emilia, Campos Salles, Gral. Rojo, Erezcano y Conesa.

La superficie del partido es de 663km², dando una densidad poblacional de 220hab/km².

La distribución sexo masculino vs sexo femenino es del 49 vs 51%.

La población económicamente activa (PEA) representa el 64% del total.

La población extranjera es del 1,3%.

La edad media es 34 años.

Existen 48.500 hogares, de los cuales 2.500 (5,6%) tienen Necesidades Básicas Insatisfechas.

Tasa de analfabetismo de 1.34%. El analfabetismo digital asciende al 43%.

El porcentaje de graduados universitarios es del 6%.

1.2.3 - Usos y ocupación del suelo

Los suelos por lo general tienen una característica uniforme, predominando en el partido la aptitud agrícola de alta productividad, a excepción del límite noreste y las márgenes de los ríos y arroyos cuya aptitud es ganadera.

Aproximadamente el 80% de la superficie del partido está ocupada por establecimientos agropecuarios, el resto por tierras urbanas, rurales residenciales, fiscales donde se asientan instituciones, caminos y rutas, arroyos, etc.

De la superficie de los establecimientos agropecuarios del Partido de San Nicolás, el 60% aproximadamente es de uso agrícola, destacada producción de Granos, Frutas, Hortalizas y Viveros; el resto se destina para la ganadería con pasturas implantadas o naturales, se destaca la producción de Bovinos (carne y leche), y con menor volumen, Porcinos, Ovinos, Aves y otras.

La industria, sobre todo siderúrgica, química y de generación de energía, representa un porcentaje significativo de uso de suelo.

Se puede mencionar la explotación minera, en cuanto a extracción de tosca y suelo fértil.

1.2.4 - Infraestructura de servicios

Agua Potable y Cloacas

Prácticamente el 100% de la población en la ciudad de cabecera cuenta con servicios de agua y cloaca.

Se está trabajando para que en 2030, el 100% del municipio cuente con estos servicios.

Energía eléctrica

Este servicio está a cargo de la empresa EDEN S.A.

Salud

El partido cuenta con los siguientes hospitales:

Hospital Zonal de Agudos San Felipe

Hospital Municipal Zona Norte

Además de otras instituciones privadas.

Educación

La ciudad cuenta con una gran cantidad de instituciones de enseñanza pre-escolar, primaria y secundaria, tanto de carácter público como privado. También cuenta con escuelas técnicas.

En cuanto a educación superior, destacan:

- Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás
- Instituto Superior Docente
- Instituto Superior de Formación Técnica

Rutas y caminos rurales

Destacan las siguientes rutas nacionales y provinciales:

- RN 9: Conecta con la ciudad con Bs As hacia el sur, pasando por el polo Zárate Campana; y con la ciudad de Rosario al norte.
- RP 188: Conecta con la ciudad de Pergamino al oeste.
- RP 90: Conecta con la ciudad de Venado Tuerto al oeste.

2) Descripción del proyecto: memoria del proyecto planteado, con indicación y/o cuantificación de los aspectos más relevantes desde el punto de vista de la preservación ambiental. Deberá constar:

2.1 - Actividad a desarrollar, tecnología a utilizar

Dentro de los límites de la empresa, se llevará adelante la producción y comercialización de fertilizante granulado, más específicamente Sulfato de Amonio.

A partir de las materias primas, se obtendrá el producto por reacción de neutralización directa, con posteriores etapas de tratamiento y purificación hasta obtener el producto final.

Se utilizan equipos y tuberías de acero, así como sistemas de control digital.

2.2 - Transporte, manipuleo y almacenamiento de materias primas

Las materias primas, amoniaco y ácido sulfúrico, llegarán en estado líquido, en camiones cisternas. Se almacenarán en tanques, sometido a presión en el caso del amoniaco, y se transportara hasta las unidades de consumo a través de sistemas de cañerías.

2.3 -Residuos sólidos y semisólidos, emisiones gaseosas y/o efluentes líquidos que se espera generar.

Durante el proceso productivo, se generarán los siguientes residuos sólidos:

- Producto de mala calidad.
- Pallets y bolsas descartables.
- Residuos generados en oficinas y comedores.
- Trapos y vestimentas en mal estado.

También los siguientes efluentes líquidos:

- Agua de purga de proceso.
- Agua de purga de torres de enfriamiento.
- Efluentes provenientes de las oficinas/comedor.
- Aceites y lubricantes provenientes de equipos, sobre todo bombas, compresores y motores.

Y las siguientes emisiones gaseosas:

- Corriente de aire con trazas de amoniaco proveniente del Scrubber.
- Gases de combustión del quemador del secador rotatorio.
- Gases de combustión de equipos redundantes, como generadores eléctricos, o bombas de incendio.

En una categoría aparte, se incluyen los residuos patogénicos generados en la enfermería.

2.4 - Sistemas de almacenamiento transitorio y/o tratamiento de residuos.

Se contará con un Depósito Transitorio de Residuos, donde se almacenarán residuos sólidos, semisólidos y líquidos en recipientes, hasta su traslado para tratamiento y disposición final a cargo de una empresa contratada. Se opta por esta opción, por encima de un posible tratamiento en la misma planta, debido al bajo volumen de residuos generados.

3) Evaluación de Impactos Ambientales (EIA): identificación y cuantificación de los impactos ambientales asociados a la inserción del Proyecto en el medio circundante. Se deberá discriminar:

3.1 - Identificación y Cuantificación de Impactos:

- Emisiones Gaseosas: Amoniac y polvo.
- Consumo de energía eléctrica y de gas natural.
- Ruidos molestos
- Uso de los recursos suelo y agua subterránea.
- Generación de residuos sólidos y líquidos.
- Aumento de tráfico de camiones en la zona.
- Mayor demanda de mano de obra.
- Inversiones socio-culturales.
- Promoción de mejoras en calidad de vida.

3.2 - Medidas Mitigadoras de los Impactos Negativos.

- Optimizaciones permanentes en la operación. Mantenimiento de equipos.
- Tratamiento de residuos y emisiones.
- Reducción al mínimo posible de los contaminantes en efluentes gaseosos.
 - Uso de scrubbers y filtros de mangas.
- Minimización del consumo de agua de pozo, mediante su recicló.
- Posible reforestación, en busca de compensar el daño por emisión de CO₂.

4) Programa de Monitoreo Ambiental.

4.1 - Parámetros a monitorear.

- NH₃

Según el decreto 3395/96 (Ley 5965), por norma secundaria, el límite máximo es de 1.8ppm en un periodo de tiempo de 8 hr, en mediciones de calidad de aire.

En emisiones de contaminante, el límite máximo es de 83mg/Nm³.

- Partículas en suspensión

Según el decreto 3395/96 (Ley 5965), por norma primaria, el límite máximo es de 0.05ppm en un periodo de tiempo de 1 año; y de 0.15ppm en un periodo de 24 hr, en mediciones de calidad de aire.

- CO2

5) Plan de contingencias.

- Plan de Contingencia frente al derrame de ácido sulfúrico, o cualquier pérdida de corriente ácida.
- Plan de Contingencia frente a escapes de amoniaco gaseoso desde el tanque de almacenamiento.
- Plan de Contingencia frente a pérdidas durante la descarga de materia prima a sus tanques de almacenamiento.
- Planes de Emergencia ante un incendio en planta.

ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE

LEGISLACIÓN Y NORMAS VIGENTES

Ley 19587: Seguridad e Higiene en el Trabajo

Las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo se ajustarán, en todo el territorio de la República Argentina, a esta ley.

Sus disposiciones se aplicarán a todos los establecimientos, persigan o no fines de lucro, cualquiera sea la naturaleza económica de las actividades, el medio donde ellas se ejecuten y la índole de las maquinarias, elementos, dispositivos o procedimientos que se utilicen.

La higiene y la seguridad en el trabajo comprenderán las normas técnicas y medidas sanitarias, que tengan como objetivo:

1. Promover la vida, preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores.
2. Prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo.
3. Estimular y desarrollar una actividad positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

Se consideran básicos los siguientes principios y métodos de ejecución:

- a. Creación de servicios de higiene y seguridad en el trabajo, y de medicina del trabajo de carácter preventivo y asistencial.
- b. Institucionalización gradual de un sistema de reglamentaciones, generales o particulares, atendiendo a condiciones ambientales o factores ecológicos, y a la incidencia de áreas o factores de riesgo.
- c. Sectorización de los reglamentos en función de la rama de actividad, especialidades profesionales y dimensión de las empresas.
- d. Distinción entre actividades normales, penosas, riesgosas o determinantes de vejez o agotamiento prematuros y/o las desarrolladas en lugares o ambientes insalubres.
- e. Normalización de los términos utilizados en higiene y seguridad, estableciéndose definiciones concretas y uniformes para la clasificación de los accidentes, lesiones y enfermedades del trabajo.
- f. Investigación de los factores determinantes de los accidentes y enfermedades del trabajo, especialmente de los físicos, fisiológicos y sociológicos.
- g. Realización y centralización de estadísticas normalizadas sobre accidentes y enfermedades del trabajo como antecedentes para el estudio de las causas determinantes y los modos de prevención.
- h. Estudio y adopción de medidas para proteger la salud y la vida del trabajador en el ámbito de sus ocupaciones.

- i. Aplicación de técnicas de corrección de los ambientes de trabajo en los casos en que los niveles de los elementos agresores, nocivos para la salud, sean permanentes durante la jornada de labor.
- j. Fijación de principios orientadores en materia de selección e ingreso de personal en función de los riesgos a que den lugar las respectivas tareas, operaciones y manualidades profesionales.
- k. Determinación de las condiciones mínimas de higiene y seguridad para autorizar el funcionamiento de la empresa o establecimiento.

Las reglamentaciones de las condiciones de higiene de los ambientes de trabajo deberán considerar primordialmente:

- a. Características de diseño de plantas industriales, establecimientos, locales, centros y puestos de trabajo, maquinarias, equipos y procedimientos seguros en el trabajo.
- b. Factores físicos: cubaje, ventilación, temperatura, carga térmica, presión, humedad, iluminación, ruidos, vibraciones y radiaciones ionizantes.
- c. Contaminación ambiental: agentes físicos y/o químicos y biológicos.
- d. Efluentes industriales.

Reglamentaciones de las condiciones de seguridad en el trabajo deberán considerar:

- a. Instalaciones, artefactos y accesorios; útiles y herramientas; ubicación y conservación.
- b. Protección de máquinas, instalaciones y artefactos.
- c. Instalaciones eléctricas.
- d. Equipos de protección individual de trabajadores.
- e. Prevención de accidentes del trabajo y enfermedades del trabajo.
- f. Identificación y rotulado de sustancias nocivas, y señalamiento de lugares peligrosos.
- g. Prevención y protección contra incendios y cualquier clase de siniestros.

El empleador debe adoptar y poner en práctica las medidas adecuadas de seguridad e higiene para proteger la vida y la integridad de los trabajadores, especialmente en lo relativo a:

- a. La construcción, adaptación, instalación y equipamiento en los edificios y lugares de trabajo en condiciones ambientales y sanitarias adecuadas.
- b. La colocación y mantenimiento de los equipos de protección personal.
- c. El suministro y mantenimiento de los equipos de protección personal.
- d. Las operaciones y procesos de trabajo.

Son también obligaciones del empleador:

- a. Disponer el examen preocupacional y revisión médica periódica del personal registrando sus resultados en el respectivo legajo de salud.
- b. Mantener en buen estado de conservación, utilización y funcionamiento las maquinarias, instalaciones y útiles de trabajo.
- c. Instalar los equipos necesarios para la renovación del aire y eliminación de gases, vapores y demás impurezas producidas en el curso del trabajo.

- d. Mantener en buen estado de conservación, uso y funcionamiento las instalaciones eléctricas, sanitarias y servicios de agua potable.
- e. Evitar la acumulación de desechos y residuos que constituyen un riesgo para la salud, efectuando la limpieza y desinfecciones periódicas pertinentes.
- f. Eliminar, aislar o reducir los ruidos y/o vibraciones perjudiciales para la salud de los trabajadores.
- g. Instalar los equipos necesarios para afrontar los riesgos en caso de incendio o cualquier otro siniestro.
- h. Depositar con el resguardo consiguiente y en condiciones de seguridad las sustancias peligrosas.
- i. Disponer de medios adecuados para la inmediata prestación de primeros auxilios.
- j. Colocar y mantener en lugares visibles avisos o carteles que indiquen medidas de higiene y seguridad o adviertan peligrosidad en las maquinarias e instalaciones.
- k. Promover la capacitación del personal en materia de seguridad e higiene en el trabajo, particularmente en lo relativo a la prevención de los riesgos específicos de las tareas asignadas.
- l. Denuncias accidentes y enfermedades del trabajo.
El trabajador estará obligado a:
 - a. Cumplir con las normas de seguridad e higiene y con las recomendaciones que se le formulen referentes a las obligaciones de uso, conservación y cuidado del equipo de protección personal y de los propios de las maquinarias, operaciones y procesos de trabajo.
 - b. Someterse a los exámenes médicos preventivos o periódicos, y cumplir con las prescripciones e indicaciones que a tal efecto se le formulen.
 - c. Cuidar los avisos y carteles que indiquen medidas de seguridad e higiene y observar sus prescripciones.
 - d. Colaborar en la organización de programas de formación y educación en materia de seguridad e higiene y asistir a los cursos que se dictaran durante las horas de trabajo.

Ley 24557: Riesgos En El Trabajo

Objetivos:

- Reducir los siniestros laborales a través de la prevención
- Reparar los daños causados por los accidentes de trabajo y enfermedades.
- Rehabilitar, recalificar y recolocar al trabajador accidentado.
- Promover la negociación colectiva laboral para la mejora de las medidas de prevención y de las prestaciones reparadoras.

Principales Características:

- Obligatorio para los trabajadores en relación de dependencia del sector público y privado.
- Se permite el auto seguro para empresas con solvencia económica / financiera y para la administración pública.
- El poder ejecutivo se encuentra facultado para incluir en el futuro a los trabajadores autónomos, domésticos y bomberos voluntarios.
- El empleador abona una cotización a una Aseguradora de Riesgo del Trabajo (ART), quien brinda las prestaciones y establece las medidas de prevención.
- El sistema abona prestaciones sanitarias y económicas (indemnizaciones y pensiones).
- Las A.R.T. pueden o no tener fines de lucro, y estar constituidas por asociaciones de trabajadores o empresarios.

Ámbito: Subsistema de la Seguridad Social integrado con el Régimen Previsional (SIJP)

Alcance:

- Todos los trabajadores en relación de dependencia públicos y privados.
- Además puede incluirse a los trabajadores autónomos, domésticos, a los bomberos voluntarios y aquellos trabajadores vinculados por relaciones no laborales.

OHSAS 18000

Las normas OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment Series) 18.000 son una serie de estándares voluntarios internacionales relacionados con la gestión de seguridad y salud ocupacional, toman como base para su elaboración las normas 8800 de la British Standard.

Estas normas buscan, a través de una gestión sistemática y estructurada, asegurar el mejoramiento de la salud y seguridad en el lugar de trabajo.

OHSAS 18.000 es un sistema que entrega requisitos para implementar un sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional, habilitando a una empresa para formular una política y objetivos específicos asociados al tema, considerando requisitos legales e información sobre los riesgos inherentes a su actividad.

Estas normas son aplicables a los riesgos de salud y seguridad ocupacional y a aquellos riesgos relacionados a la gestión de la empresa que puedan causar algún tipo de impacto en su operación y que además sean controlables.

Las normas OHSAS 18.000 han sido diseñadas para ser compatibles con los estándares de gestión ISO 9.000 e ISO 14.000, relacionados con materias de Calidad y Medio Ambiente respectivamente. De este modo facilita la integración de los sistemas de gestión para la calidad, el medio ambiente, la salud ocupacional y la seguridad en las empresas. Estos sistemas comparten principios sistemáticos comunes de gestión basados, entre otros, en el mejoramiento continuo, el compromiso de toda la organización y en el cumplimiento de las normativas legales.

ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN, MANIPULACIÓN, DEPÓSITO Y TRANSPORTE DE SULFATO DE AMONIO

Los fertilizantes son productos seguros, no así sus materias primas, ni los métodos de producción mal gestionados. Se deberá prestar especial atención a:

- Responsabilidad de proteger la integridad de los trabajadores y población circundante.
- Responsabilidad de proteger la calidad del ambiente.
- Riesgos de contaminación puntual y no puntual del aire y aguas.
- Riesgos de contaminación del suelo.

1A. RIESGOS PARA LA SALUD

Los riesgos durante la construcción o desmantelamiento de una planta de sulfato de amonio, son similares a los de otros establecimientos industriales, destacando:

- Sobreesfuerzos
- Resbalones y caídas
- Trabajo en altura
- Golpes con objetos
- Maquinaria móvil
- Polvo
- Trabajo en caliente (soldaduras, amolado).
- Excavaciones y espacios confinados
- Enfermedades

Durante la operación, se determinaron los siguientes posibles riesgos para la seguridad y salud del trabajador:

- Riesgos por operaciones a altas presiones y temperaturas.
- Riesgos por manipulación de químicos peligrosos.
- Riesgo de explosión por generación de H₂ en el contacto entre ácidos y metales ferrosos.
- Riesgo por descomposición de productos contaminados con impurezas.
- Riesgos menores pueden surgir de la inhalación de polvos, del contacto prolongado con la piel o de la ingestión accidental del producto.
- Riesgos por exposición a ruidos intensos.
- Riesgos por trabajos en altura y en espacios confinados.

Entre los riesgos para la salud de la población, se puede mencionar:

- Riesgos por escapes de amoníaco durante la descarga y almacenamiento.
- Riesgos por derrames de ácido sulfúrico durante la descarga y almacenamiento.

1B. MEDIDAS PREVENTIVAS Y MITIGADORAS

1. Control automático de proceso, sobre todo variables críticas.
2. Óptima distribución y separación de departamentos.
3. Mantenimiento preventivo de equipos y utilidades.
4. Capacitación del personal.
5. Instructivos de correcta operación y protocolos de emergencia.
6. Elementos de protección personal: Ropa o trajes adecuados y zapatos de seguridad; casco, protección auditiva, guantes y anteojos de seguridad; barbijos o máscaras.
7. Proveer adecuada ventilación en todas las áreas, con extractores y eólicos.
8. Lavaojos, duchas y botones de alarma en planta. Puntos de agua a presión.
9. Evitar el contacto de las materias primas (fuera de los equipos especialmente diseñados).
10. Muros de contención en tanques con soluciones ácidas y alcalinas, y tanque de ácido puro.
11. Instalación de detectores de amoniaco en las cercanías del tanque de almacenamiento.
 - a. 4 en el tanque y descarga, y 1 en cada entrada al proceso, que a concentraciones mayores a 15ppm actuarán y activarán una alarma, frenando el proceso.
12. Correcta señalización en las distintas áreas.
13. Detectores de fuego y sistemas contra incendio.
14. Identificación de posibles escenarios de peligro para la comunidad, y planificación de medidas de emergencia en coordinación con las autoridades locales.
15. Enfermería en planta. Legajo médico, que incluya lesiones en el trabajo.
16. Baños y fumaderos en planta. Fomento de prácticas y alimentación saludable.
17. Estudios ergonómicos (Resolución 886/2015).
18. Estudios específicos según puesto de trabajo (como audiometrías).



Mascara full-face con cartuchos



Traje químico Saranex



Detector de amoniaco



Ducha de Emergencia

2A. RIESGOS PARA EL AMBIENTE

Se relacionan con:

1. Emisiones gaseosas
 - a. Gases de combustión
 - b. Amoniaco
 - c. Polvos
 - d. Emisiones puntuales: pérdidas en tuberías, válvulas, bridas, conexiones, etc.

2. Efluentes líquidos
 - a. Purgas de agua: de torres de enfriamiento o de proceso. Ambas conllevan una gran carga de contaminantes.
 - b. Agua de lavado: con alto contenido de sulfato de amonio.

3. Residuos sólidos
 - a. Asimilables a residuos domiciliarios
 - b. Residuos especiales

4. Materiales peligrosos
 - a. Ácido sulfúrico
 - b. Amoniaco.

5. Ruidos
 - a. Tambores rotatorios
 - b. Compresores
 - c. Bombas y agitadores
 - d. Cintas transportadoras

Los puntos críticos en planta son los siguientes:

- Tanques de almacenaje
- Pilas de fertilizantes y tolvas de pesado
- Área alrededor de los tambores mezcladores, zarandas o desterronadores
- Sitios de carga y descarga
- Sistemas de trasbordo
- Áreas de lavado de equipos

2B. MEDIDAS PREVENTIVAS Y MITIGADORAS

1. Reciclar el máximo posible de agua de proceso.
2. Llevar el nivel de emisión de amoniaco al mínimo con un Scrubber adecuado.
3. Realizar las operaciones de sólidos en un recinto cerrado. Recolectar todo el polvo generado mediante ventiladores y filtros de mangas.
4. Cortinas y mangas para la supresión de polvos.
5. Contar con un buen housekeeping, con limpiezas frecuentes.
6. Recolección de agua de lavado y otros derrames, en rejillas internas dentro de planta.
7. Tener una correcta instalación y mantenimiento de cañerías. Llevar a cabo monitoreos para determinar fugas.
8. Monitoreo de emisiones gaseosas.
9. Monitoreo de consumo de energía y de agua de pozo.
10. Correcta disposición de residuos.
11. Impermeabilización de suelos.
12. Muros de contención.

3. SEGURIDAD CONTRA INCENDIO

Ante posibles incendios, se contará con una red de agua de incendio, que bordee el perímetro de la planta. Contará con bocas e hidrantes colocados a la distancia óptima.

Se contará con un número redundante de bombas, que tomarán agua de un tanque australiano.

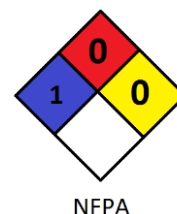
También se contempla la disponibilidad de una bomba a combustión, ante un posible corte eléctrico.

A su vez, en cada área se contará con el número necesario de matafuegos para una rápida respuesta ante un principio de incendio.

Todo el personal deberá capacitarse para tener la mejor respuesta ante un caso de incendio, así como conocer los protocolos de evacuación.

En la planta se contará con detectores de fuego, que puedan actuar como alarmas y frenar el proceso.

Se tendrá un plan coordinado con el destacamento de bomberos del Parque Industrial, y con el de la ciudad de San Nicolás.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD: SULFATO DE AMONIO

SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre y fórmula química: Sulfato de Amonio - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Número CAS: 7783-20-2

Sinónimos: Sulfato diamónico, ácido sulfúrico, sal de diamonio; Actamaster; Dolamin; mascagnite.

SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN

SULFATO DE AMONIO

CAS: 7783-20-2

100%

SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Clasificación ONU: No regulado

Clasificación NFPA: Salud: 1 Inflamabilidad: 0 Reactividad: 0

Potenciales para la salud: La exposición de los ojos, la piel o el tracto respiratorio al polvo puede causar irritación. La inhalación del polvo puede producir constricción de las vías aéreas pulmonares. En estudios con animales, los aerosoles de sulfato de amonio causó una ligera disminución en la función pulmonar (es decir, el cumplimiento de la resistencia al flujo pulmonar). Considerado como poco tóxico por vía oral. Las dosis altas pueden aumentar la secreción de la orina y la intoxicación sistémica por amoníaco. La ingestión también puede producir irritación de la superficie que recubre el tracto digestivo. No se conocen efectos crónicos conocidos.

Ruta(s) de Entrada: Inhalación

Condiciones médicas posiblemente agravadas: En experimentos con animales, el polvo de sulfato de amonio causó enfisema inducido. Las personas con enfermedades crónicas o trastornos deben consultar a un médico antes de la exposición en el lugar de trabajo.

SECCIÓN 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Sacar a la víctima al aire fresco. Si no respira, dar respiración artificial. Si la respiración es difícil, dar oxígeno. Obtener atención médica.

Ingestión: Provocar el vómito inmediatamente como lo indique el personal médico. Suministre grandes cantidades de agua. No dar nada por la boca a una persona inconsciente. Obtener atención médica inmediatamente.

Contacto con la piel: En caso de contacto, lave con abundante agua y jabón durante al menos 15 minutos mientras se quita la ropa y zapatos contaminados. Lavar la ropa antes de usarla nuevamente. Obtener atención médica.

Contacto con los ojos: Enjuagar los ojos con abundante agua durante al menos 15 minutos, elevando los párpados superior e inferior ocasionalmente para asegurar la remoción del químico. Obtener atención médica.

SECCIÓN 5: MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Punto de Inflamación: Ninguno

Temperatura de auto ignición: Ninguno

Límite inferior de explosividad: Ninguno

Límite superior de explosividad: Ninguno

Peligro de incendio: Oxidante fuerte. Gases inflamables y tóxicos se forman a temperaturas elevadas >280°C debido a la descomposición térmica (amoníaco, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno).

Medios de extinción

Incendios pequeños: Polvo químico, aerosol de agua o espuma.

Incendios grandes: Rocío de agua, niebla o espuma.

Inusuales de incendio y explosión: Si accidentalmente se mezcla con óxidos como el clorato de potasio, nitrato de potasio o nitrito de potasio, hay un riesgo de explosión durante el incendio.

Instrucciones para combatir incendios: Llevar aparatos de respiración. El fuego debe ser abordado desde lejos. Mover los contenedores del área del incendio si puede hacerlo sin riesgo. No use agua directamente sobre el material. Si grandes cantidades de materiales combustibles están implicados, use agua pulverizada en grandes cantidades para inundar el área.

SECCIÓN 6: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES

Con una pala limpia, colocar el material en un recipiente limpio, seco y cubierto. Retire el recipiente del área del derrame. Este material puede ser reciclado para su uso posterior. Se eliminará en un vertedero de residuos debidamente autorizado, o por otros métodos, de conformidad con las reglamentaciones locales.

SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Debe ser tratado de manera que no se genere polvo. Evitar los derrames. Mantener todas las superficies libres para evitar la acumulación de material. No fumar ni consumir alimentos o bebidas en el lugar de trabajo. Lave las manos antes de comer, beber o fumar y después de manipular el producto. Cambiar la ropa contaminada antes de salir del sitio de trabajo.

SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

Controles de ingeniería: Se debe tener una ventilación adecuada para mantener los niveles de polvo por debajo de los límites de exposición aplicables. Estaciones Lavaojos, fregaderos y duchas deben estar disponibles cerca al área de trabajo.

Protección de los ojos: Utilizar gafas de seguridad para evitar el contacto con los ojos.

Protección de la piel: Usar camisa de manga larga cuando se trabaja con este material. Usar guantes y ropa de protección para evitar el contacto con el polvo de la atmosfera, según lo especificado por un higienista industrial o por los profesionales de seguridad. Se recomiendan

materiales como el neopreno, nitrilo, y cloruro de polivinilo, para proporcionar relativamente buena protección contra la penetración de este producto químico. Las áreas de la piel expuestas deben ser lavadas a fondo. Ducharse y cambiarse por ropa limpia al final del turno de trabajo.

Protección respiratoria: Cuando los controles técnicos no son viables o suficientes para reducir los niveles de exposición por debajo de los límites establecidos, utilizar un respirador aprobado por NIOSH que protege contra el polvo y las nieblas según lo especificado por un higienista industrial o profesional de la seguridad, de conformidad con las instrucciones del fabricante y las limitaciones de uso.

SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto: Gránulos o cristales blancos.

Olor: Ligero olor a amoníaco.

Solubilidad: Apreciable en el agua. 41,22 g/100 g de agua @25°C (77°F)

Densidad: 1,8 @15°C (59°F)

pH: 5,5 (0,1 M de solución acuosa).

% De Volátiles por Volumen @21°C (70°F): 0

Punto de ebullición: No aplicable.

Punto de fusión: 235 – 280°C (455 – 536°F). Se descompone.

Densidad de vapor (Aire = 1): No se encontró información.

Presión de Vapor (mmHg): No se encontró información.

Tasa de evaporación (BuAc = 1): No se encontró información.

SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química: Estable bajo condiciones normales de uso y almacenamiento.

Polimerización peligrosa: No ocurrirá.

Condiciones a evitar: Explota cuando se mezcla con potasio, sodio y aleaciones de potasio. También puede explotar cuando es mezclado con el clorato de potasio, nitrato de potasio y nitrito de potasio. Reacción vigorosa cuando se mezcla con nitruro de potasio.

Productos de descomposición peligrosos: Amoníaco, óxidos de azufre, ácido sulfúrico, óxidos de nitrógeno y otros posibles gases.

SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

DL50 oral en ratas: 2840 mg/kg. Ha sido investigado como mutágeno.

Rutas de entrada: Inhalación. Ingestión.

Toxicidad en los animales: La toxicidad oral aguda (DL50): 640 mg / kg [Ratón].

Otros efectos tóxicos en seres humanos: Peligroso en caso de contacto cutáneo (irritante), de ingestión y de inhalación.

Observaciones especiales sobre toxicidad en los animales: Dosis Letal / Conc.: LDL [animales domésticos-cabra, oveja)-Ruta: Vía oral; Dosis: 3500 mg / kg.

Observaciones especiales sobre los efectos crónicos en los seres humanos: Posible mutágeno. Se ha probado la mutagenicidad, pero hasta ahora las pruebas no han sido concluyentes y la información no ha sido puesta a disposición.

Observaciones especiales sobre otros efectos tóxicos en el hombre

Aguda potenciales para la salud

Piel: Causa irritación de la piel.

Ojos: Causa irritación ocular.

Inhalación: Puede causar irritación de las vías respiratorias.

Ingestión: Si se ingiere, su osmolaridad puede sacar agua del cuerpo por el intestino, actuando como un laxante. Si se absorbe frecuentemente y en grandes cantidades puede producir intoxicación de amoníaco. Los síntomas pueden incluir irritación gastrointestinal (digestivo) con náuseas, vómitos, hipermovilidad, diarrea. También puede afectar a los ojos (Midriasis), el comportamiento del sistema nervioso central (somnolencia, temblores, convulsiones, contracción muscular o espasticidad), y el sistema respiratorio (estimulación respiratoria, disnea). Grandes dosis puede producir diuresis, una descarga excesiva de orina, y daño renal (trastorno tubular renal, función renal anormal).

SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA

En estado normal, no se espera que represente un impacto ecológico a la fauna silvestre.

SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICIÓN

Tratamientos de residuos: Tratar según legislación vigente

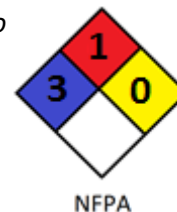
Eliminación de envases: Lavar y descartar según legislación vigente

SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

No regulado.

SECCIÓN 15: INFORMACIÓN ADICIONAL

La información indicada en ésta Hoja de Seguridad fue recopilada y respaldada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores. La información relacionada con este producto puede ser no válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD: AMONIACO

SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre y fórmula química: Amoníaco - NH₃

Número CAS: 7664 – 41 - 7

Sinónimos: Amoníaco Anhidro

SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN

AMONIACO CAS: 7664 – 41 - 7 100%

SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Clasificación ONU: No regulado

Clasificación NFPA: Salud: 3 Inflamabilidad: 1 Reactividad: 0

Potenciales para la salud: Puede ser fatal si es inhalado. El amoníaco anhidro líquido es extremadamente frío y puede causar congelamiento de tejidos en su contacto.

Ruta(s) de Entrada: Inhalación.

SECCIÓN 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Llevar a la víctima al aire fresco y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. Obtener atención médica.

Ingestión: Obtener atención médica inmediatamente. No provocar el vómito. Enjuagar la boca

Contacto con la piel: Quitarse inmediatamente la ropa contaminada. Lavar la piel con agua. Obtener atención médica.

Contacto con los ojos: Enjuagar los ojos con abundante agua durante al menos 15 minutos, elevando los párpados superior e inferior ocasionalmente para asegurar la remoción del químico. Obtener atención médica.

SECCIÓN 5: MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Punto de inflamación: 11°C

Temperatura de auto ignición: 651°C

Límite inferior de explosividad: 15%

Límite superior de explosividad: 30%

Para combatir incendios en los que el producto gaseoso esté involucrado, debe utilizarse equipo de respiración autónoma y traje protector de todo el cuerpo. Aislar el área hasta que el fuego esté controlado y los gases se hayan dispersado. En caso de fuegos pequeños pueden utilizarse extinguidores de dióxido de carbono o polvo químico. Si el incendio es de mayor magnitud debe

utilizarse agua en forma de rocío, neblina o espuma, aplicándola a la superficie de los contenedores, no aplicarla dentro de ellos. Si es posible, moverlos y enfriar los que estén expuestos al fuego con agua y contener la fuga del gas. Por otra parte, debido a que la disolución acuosa es no inflamable, el extinguidor a usar dependerá del tipo de material que se encuentre alrededor. Es necesario enfriar con agua los recipientes cerrados que lo contienen, pues pueden explotar. Los vapores generados pueden disiparse usando agua en forma de rocío. En todos los casos es necesario almacenar adecuadamente todos los residuos generados para su posterior tratamiento.

SECCIÓN 6: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES

Utilizar el equipo de seguridad mínimo como son lentes de seguridad, guantes y bata y, dependiendo de la magnitud del derrame; deberá utilizarse también equipo de respiración especial y botas. Mantener el material derramado alejado de fuentes de agua y drenajes. Para ello, construir diques con tierra, sacos con arena o espuma de poliuretano. El líquido se absorbe con algún producto comercial para contener derrames. Si el derrame es en el agua, neutralizar con ácido diluido. Si la concentración es de 10 ppm o mayor, se puede agregar 10 veces la cantidad derramada de carbón activado. Después, sacar los residuos sólidos. Los vapores generados deben diluirse con agua en forma de rocío y almacenar estos residuos corrosivos y tóxicos, al igual que los sólidos contaminados, en áreas seguras para su posterior neutralización con ácido acético o disoluciones diluidas de ácido clorhídrico.

SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Para el uso de este producto, tanto en forma gaseosa como en disolución acuosa, es necesario utilizar bata, lentes de seguridad y guantes (neopreno, hule, buna-n o vinilo, no usar PVA o polietileno) en un área bien ventilada. Si las cantidades a manejar son grandes o el uso es prolongado, es necesario utilizar un equipo de respiración apropiado. No usar lentes de contacto al trabajar con este compuesto. Para trasvasar pequeñas cantidades de las disoluciones acuosas debe usarse propipeta.

Debe almacenarse en lugares frescos y secos, preferentemente alejado de fuentes de ignición y del almacén principal, pues debe estar totalmente aislado de productos químicos como oxígeno, halógenos y ácidos y no debe darle la luz directa del sol. Los cilindros donde se almacena el gas deben encontrarse sujetos a la pared, con el capuchón protector de la válvula y no debe someterse a temperaturas mayores de 52°C.

SECCIÓN 8: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto: Gas incoloro.

Olor: Penetrante y desagradable.

Solubilidad: 33.1 g/100 g de agua @25°C (77°F)

Densidad: 0.6818 @-33.4°C (-28.12°F)

pH: 11.1 (0,1 M de solución acuosa).

Punto de ebullición: -33.4 °C (-28.12°F)

Punto de fusión: -77.7 °C (-107.6°F)

Densidad de vapor (Aire = 1): 0.6

Presión de Vapor (mmHg): 760

SECCIÓN 9: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

El amoníaco es estable a temperatura ambiente, pero a altas temperaturas se descompone en hidrógeno y nitrógeno.

Generalmente, las disoluciones con concentraciones inferiores a 5 % no producen vapores inflamables a ninguna temperatura.

Conexiones accidentales que pongan en contacto oxígeno y amoníaco en forma gaseosa, generan explosiones violentas. También se ha informado de este tipo de accidentes al mezclar óxido de etileno y disoluciones acuosas de amoníaco, ya que se inicia violentamente una polimerización.

No deben calentarse mezclas de amoníaco y carbonato de sodio en disoluciones de goma arábica, pues pueden explotar.

Reacciona con cinc, cobre, estaño, hierro galvanizado, aluminio y algunas aleaciones.

También puede generar reacciones de polimerización peligrosas.

SECCIÓN 10: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Anhidro:

RQ: 100 TPQ: 500 IDLH: 500 ppm

LC50 (inhalación en ratas y ratones): 3380-18700 mg/m³

Irritación de ojos en humanos: 700 ppm

LCLo (inhalación en humanos): 5000 ppm/ 5 min

LD50 (oral en ratas): 350 mg/Kg

LC50 (inhalado en ratas): 2000 ppm/ 4 h

Nivel más bajo de percepción humana: 0.04 g/m³

Disolución acuosa al 20-30 %:

Irritación de ojos en conejos: 750 µg (severa), 100 mg (severa)

LDLo (oral en humanos): 43 mg/Kg

LCLo (inhalado en humanos): 5000 ppm

LD50 (oral en ratas): 350 mg/Kg

SECCIÓN 11: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

Transporte terrestre

Marcaje: 1005. Gas tóxico (anhidro y disoluciones con concentración mayor a 50 %)

 2672. Sustancia corrosiva (disoluciones acuosas entre 10% y 35 %)

 2073. Gas tóxico (disoluciones acuosas entre 35 % y 50 %)

Código HAZCHEM: 2PE anhidro y disoluciones acuosas entre 35 % y 50 %

 2P disoluciones acuosas entre 10 % y 35 %

Transporte marítimo

Número en IMDG: 2016 (anhidro y disoluciones con concentración mayor a 50%)
8110 (disoluciones acuosas entre 10 % y 35 %)
2017 (disoluciones acuosas entre 35 % y 50 %)

Clase: 2 (anhidro y disoluciones acuosas entre 35 % y 50 %)
8 (disoluciones acuosas entre 10 % y 35 %)

Marcaje: Gas venenoso (anhidro y disoluciones con concentración mayor a 50%)
Corrosivo (disoluciones acuosas entre 10 % y 35 %)
Gas no inflamable comprimido (disoluciones acuosas entre 35 % y 50 %)

Transporte aéreo

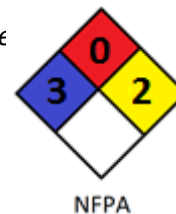
Código ICAO/IATA: 1005 (anhidro)
2672 (disoluciones acuosas entre 10 % y 35 %)
2073 (disoluciones acuosas entre 35 % y 50 %)

Clase: 2 (anhidro y disoluciones acuosas entre 35 % y 50 %)
8 (disoluciones acuosas entre 10 % y 35 %)

Marcaje: Gas venenoso, Gas inflamable (anhidro)
Corrosivo (disoluciones acuosas entre 10 % y 35 %)
Gas no inflamable (disoluciones acuosas entre 35 % y 50 %)

Cant. Máx. en vuelos comerciales: Anhidro y disoluciones acuosas entre 35 % y 50 %: Prohibido
Disoluciones acuosas entre 10 % y 35 %: 5 litros

Cant. Máx. en vuelos de carga: Anhidro: 25 Kg
Disoluciones acuosas entre 10 % y 35 %: 60 litros
Disoluciones acuosas entre 35 % y 50 %: 150 Kg



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD: ÁCIDO SULFÚRICO

SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre y fórmula química: Ácido Sulfúrico- H_2SO_4

Número CAS: 7664 – 93 – 9

Sinónimos: Sulfato de hidrógeno, Espíritus de Azufre, Aceite de Vitriolo, Ácido para baterías, Ácido electrolito.

SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN

ÁCIDO SULFÚRICO **CAS: 7664 – 93 – 9** **100%**

SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Clasificación ONU: 8

Clasificación NFPA: Salud: 3 Inflamabilidad: 0 Reactividad: 2

Potenciales para la salud: Si es inhalado, irritación, quemaduras, dificultad respiratoria, tos y sofocación. Altas concentraciones del vapor pueden producir ulceración de nariz y garganta, edema pulmonar, espasmos y hasta la muerte. Si es por ingestión, quemaduras severas de boca y garganta, perforación del estómago y esófago, dificultad para comer, náuseas, sed, vómito con sangre y diarrea. En casos severos colapso y muerte. Durante la ingestión o el vómito se pueden broncoaspirar pequeñas cantidades de ácido que afecta los pulmones y ocasiona la muerte. Al contacto con la piel, quemaduras severas, profundas y dolorosas. Si son extensas pueden llevar a la muerte (shock circulatorio). Los daños dependen de la concentración de la solución de ácido sulfúrico y la duración de la exposición. Al contacto con los ojos, es corrosivo y puede causar severa irritación (enrojecimiento, inflamación y dolor). Soluciones muy concentradas producen lesiones irreversibles, opacidad total de la córnea y perforación del globo ocular. Puede causar ceguera.

La repetida exposición a bajas concentraciones puede causar dermatitis. La exposición a altas concentraciones puede causar erosión dental y posibles trastornos respiratorios. El efecto crónico es la generación de cáncer.

SECCIÓN 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Evitar el método boca a boca. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.

Ingestión: Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua para diluir el ácido. No inducir el vómito. Si éste se presenta en forma natural, suministre más agua. Buscar atención médica inmediatamente.

Piel: Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica inmediatamente.

Ojos: Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.

Nota para los médicos: Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.

SECCIÓN 5: MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Punto de Inflamación: Ninguno

Temperatura de auto ignición: Ninguno

Límite inferior de explosividad: Ninguno

Límite superior de explosividad: Ninguno

Peligros de incendio y/o explosión: No es inflamable, ni combustible, pero diluido y al contacto con metales produce hidrógeno el cual es altamente inflamable y explosivo. Puede encender materias combustibles finamente divididas. Durante un incendio se pueden producir humos tóxicos e irritantes. Los contenedores pueden explotar durante un incendio si están expuestos al fuego o por contacto con el agua por la alta liberación de calor.

Productos de la combustión: Dióxido y trióxido de azufre los cuales son irritantes y tóxicos.

Precauciones para evitar incendio y/o explosión: Mantener alejado de materiales combustibles finamente divididas y de metales. Evitar el contacto con agua porque genera calor. Mantener retirado de materiales incompatibles.

Usar el agente de extinción según el tipo de incendio del alrededor. No use grandes corrientes de agua a presión. Use polvo químico seco, espuma tipo alcohol, dióxido de carbono. Instrucciones para combatir el fuego: Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Si usa agua (agua en forma de rocío) para apagar el fuego del alrededor evitar que haga contacto con el ácido. Mantenerse a favor del viento. Si es posible, retirarlo del fuego.

SECCIÓN 6: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. Eliminar toda fuente de ignición. No tocar el material. Contener el derrame con diques hechos de arena, tierras diatomáceas, arcilla u otro material inerte para evitar que entre en alcantarillas, sótanos y corrientes de agua. No adicionar agua al ácido. Neutralizar lentamente, con ceniza de soda, cal u otra base. Después recoger los productos y depositar en contenedores con cierre hermético para su posterior disposición.

SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manejo: Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en donde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente. Evitar la formación de vapores o neblinas de ácido. Cuando diluya adicione el ácido al agua lentamente. Nunca realice la operación contraria porque puede reaccionar violentamente.

Almacenamiento: Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor, ignición y de la acción directa de los rayos solares. Separar de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente. No almacenar en contenedores metálicos. No fumar porque puede haberse acumulado hidrógeno en tanques metálicos que contengan ácido. Evitar el deterioro de los contenedores. Mantenerlos cerrados cuando no están en uso. Almacenar las menores cantidades posibles. Los contenedores vacíos deben ser separados. Inspeccionar regularmente la bodega para detectar posibles fugas o corrosión. El almacenamiento debe estar retirado de áreas de trabajo. El piso debe ser sellado para evitar la absorción. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser resistentes a la corrosión. Disponer en el lugar de elementos para la atención de emergencias.

SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

Controles de ingeniería: Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Control exhaustivo de las condiciones de proceso. Debe disponerse de duchas y estaciones lavajos.

Protección respiratoria: Respirador con filtro para vapores ácidos.

Protección de los ojos y rostro: Gafas de seguridad para químicos con protección lateral y protector facial completo si el contacto directo con el producto es posible.

Protección de piel: Guantes, botas de caucho, ropa protectora de cloruro de polivinilo, nitrilo, butadieno, viton, neopreno/butilo, polietileno, teflón o caucho de butilo.

Protección en caso de emergencia: Respirador de acuerdo al nivel de exposición. Traje de caucho, nitrilo, butadieno, cloruro de polivinilo, polietileno, teflón, caucho de butilo, o vitón. En contracción no conocida use traje encapsulado.

SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto: Líquido aceitoso incoloro o café. Inodoro, pero concentrado es sofocante e higroscópico.

Solubilidad: Totalmente miscible.

Densidad: 1.84 (98%)

pH: 0.3 (1 N de solución acuosa).

Punto de ebullición: 274 °C (525.2°F)

Punto de fusión: 3 °C (37.4°F)

Densidad de vapor (Aire = 1): 3.4

Presión de Vapor (mmHg): 0.3

SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química: Descompone a 340°C en trióxido de azufre y agua. El producto reacciona violentamente con el agua, salpicando y liberando calor.

Incompatibilidad con otros materiales: Reacciona vigorosamente en contacto con el agua. Es incompatible además con Carburos, cloratos, fulminatos, metales en polvo, sodio, fósforo, acetona, ácido nítrico, nitratos, picratos, acetatos, materias orgánicas, acrilonitrilo, soluciones alcalinas, percloratos, permanganatos, acetiluros, epiclorhidrina, anilina, etilendiamina, alcoholes con peróxido de hidrógeno, ácido clorosulfónico, ácido fluorhídrico, nitrometano, 4-nitrotolueno, óxido de fósforo, potasio, etilenglicol, isopreno, estireno.

Condiciones a evitar: Calor, humedad, incompatibles.

Productos de descomposición peligrosos: Vapores tóxicos de óxido de azufre cuando se calienta hasta la descomposición. Reacciona con el agua o vapor produciendo vapores tóxicos y corrosivos. Reacciona con carbonatos para generar gas dióxido de carbono y con cianuros y sulfuros para formar el venenoso gas cianuro de hidrógeno y sulfuro de hidrógeno respectivamente.

Polimerización peligrosa: No ocurre polimerización.

SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Las propiedades toxicológicas son dadas para la sustancia pura.

DL50 (oral, ratas)= 2140 mg/Kg.

LC50 (inhalación, conejillo de indias) = 18 mg/m³.

LC50/2H (inhalación, rata) = 510 mg/m³.

LC50/2H (inhalación, ratón) = 320 mg/m³.

El producto (forma de neblina) se ha clasificado como : cancerígeno humano categoría 1 (IARC); sospechoso como cancerígeno humano, grupo A2 (ACGIH), carcinógeno OSHA.

Se reportan efectos teratógenicos y mutagénicos en animales de laboratorio. Se considera un irritante primario. No existe información disponible sobre efectos neurotóxicos y reproductivos.

SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Perjudicial para todo tipo de animales.

Toxicidad acuática:

LC50/48H (agua aireada, camarón)=80-90ppm/48h. Condiciones de bioensayo no especificadas.

CL50/48H (Camarón adulto, agua salada)=42.5-48 ppm.

En el agua el producto se disuelve rápidamente, produciendo una disminución de la viscosidad, facilitando su difusión en cuerpos de agua. A pH 6 y pH menor a 5, aumenta la concentración de iones calcio (provenientes de rocas y suelos). El ácido sulfúrico reacciona con el calcio y magnesio presentes para producir sulfatos. Es considerado tóxico para la vida acuática. En el suelo el producto puede disolver algunos minerales como calcio y magnesio, deteriorando las características de estos. En la atmósfera el producto puede removerse lentamente por deposición húmeda. En el aire puede ser removido por deposición en seco.

SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICIÓN

Neutralizar las sustancia con carbonato de sodio o cal apagada. Descargar los residuos de neutralización a la alcantarilla. Una alternativa de eliminación es considerar la técnica para cancerígenos, la cual consiste en hacer reaccionar dicromato de sodio con ácido sulfúrico concentrado (la reacción dura aproximadamente 1-2 días). Debe ser realizado por personal especializado. La incineración química en incinerador de doble cámara de combustión, con dispositivo para tratamiento de gases de chimenea es factible como alternativa para la eliminación del producto.

SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

Etiqueta negra y blanca de sustancia corrosiva. No transporte con sustancias explosivas, sustancias que en contacto con agua pueden desprender gases inflamables, sustancias comburentes, peróxidos orgánicos, materiales radiactivos, ni alimentos. Grupo de empaque: II.

SECCIÓN 15: INFORMACIÓN ADICIONAL

La información relacionada con este producto puede no ser válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular.

GESTIÓN DE LAS PERSONAS

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Se entiende a una organización como un sistema social constituido por:

- Un grupo humano
- Recursos
- Objetivos

El grupo humano conformado por personas que interactúan y desarrollan actividades en torno a lograr o alcanzar los objetivos organizacionales. Este proceso lo efectúan mediante recursos provistos por la organización, además de los intelectuales y funcionales de los recursos humanos.

La Gestión de Recursos Humanos es el proceso administrativo aplicado al incremento y preservación del esfuerzo, las prácticas, la salud, los conocimientos, las habilidades, etc., de los miembros de la estructura, en beneficio de un sujeto, de la propia organización y del país en general. De igual manera, podemos decir que realizar el proceso de auxiliar a los empleados a alcanzar un nivel de desempeño y una calidad de conducta personal y social que cubra sus necesidades y expectativas personales.

La Gestión de Recursos Humanos consiste en planear, organizar y desarrollar todo lo concerniente a promover el desempeño eficiente del personal que compone una estructura. Representa el medio que permite a las personas colaborar en ella y alcanzar los objetivos individuales relacionados directa o indirectamente con el trabajo.

Administrar Recursos Humanos significa conquistar y mantener a las personas y miembros de una organización, en un ambiente de trabajo armonioso, positivo y favorable. Representa todas aquellas cosas que hacen que el personal permanezca en la organización.

Los objetivos de la Gestión de Recursos Humanos derivan de los objetivos de la organización.

Los principales objetivos de la Gestión de Recursos Humanos son:

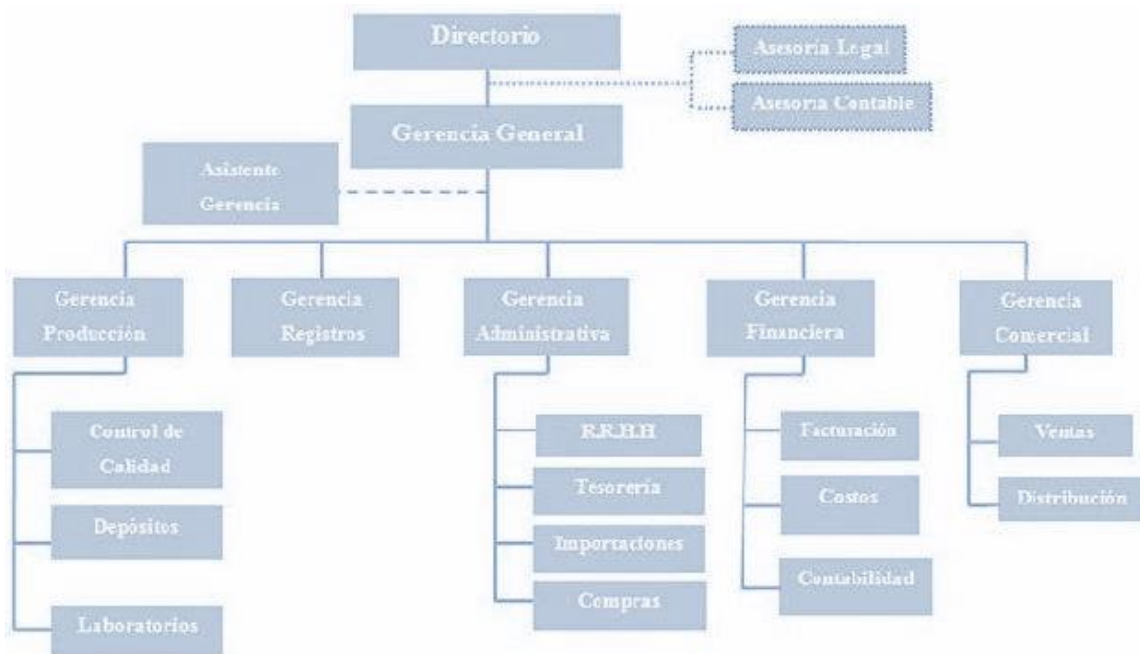
- Crear, mantener y desarrollar un conjunto de personas con habilidades, motivación y satisfacción suficientes para conseguir los objetivos de la organización.
- Establecer, conservar y atesorar condiciones organizacionales que permitan la aplicación, el desarrollo y la satisfacción plena de las personas y el logro de los objetivos individuales.
- Alcanzar la eficiencia y eficacia con los recursos humanos disponibles.

“La estructura organizacional, está constituida por relaciones establecidas entre fines, personas, modos tecnológicos y las formas de intercambio con el entorno, así como también, normas y valores establecidos en la organización.” Etkin y Schvarstein (1989)

Para esto, es propuesto el siguiente organigrama de la organización o estructura organizacional:

Se propone una **estructura lineo-funcional**, ya que mantiene las mejores características de una formación lineal y funcional al mismo tiempo.

Se establecen funciones y se crean cargos para llevarlas a cabo, se busca una especialización, se divide el trabajo y se agregan tareas afines. En adición a esto, las funciones se normalizan, se transmiten los conocimientos, y aumenta la eficiencia. La estructura base, es dada por un carácter lineal, simple, de cadena de mando. Así, las relaciones son claras, inmediatas y jerárquicas.



ORGANIGRAMA

Directorio

Es la parte de máxima autoridad inmediata. La que toma las decisiones importantes en la compañía y define el rumbo de la misma. Este bloque está conformado por, el presidente de la compañía y asesores.

Básicamente se ocupa de: Dirigir y controlar el funcionamiento de la compañía, tanto la matriz como la sucursal. Representar a la compañía en todos los negocios y contratos con terceros en relación con el objeto de la sociedad, etc.

Estará constituida por **un (1) presidente y dos (2) asesores**.

Auditoría Legal y Auditoría Contable

La auditoría legal, se encargará de: Asesorar en la constitución, gestión y disolución de cualquier tipo de sociedad mercantil o civil. Defender los intereses de la empresa en todo tipo de procedimientos judiciales. Estudiar y resolver los problemas legales relacionados con la empresa, sus contratos, convenios y normas legales. Emitir informes jurídicos sobre las distintas áreas de la empresa. Negociar y redactar contratos. Asesorar a nuestra empresa en materia fiscal, preparando todo tipo de declaraciones y obligaciones fiscales y tributarias, etc.
Estará constituida por **un (1) asesor legal**.

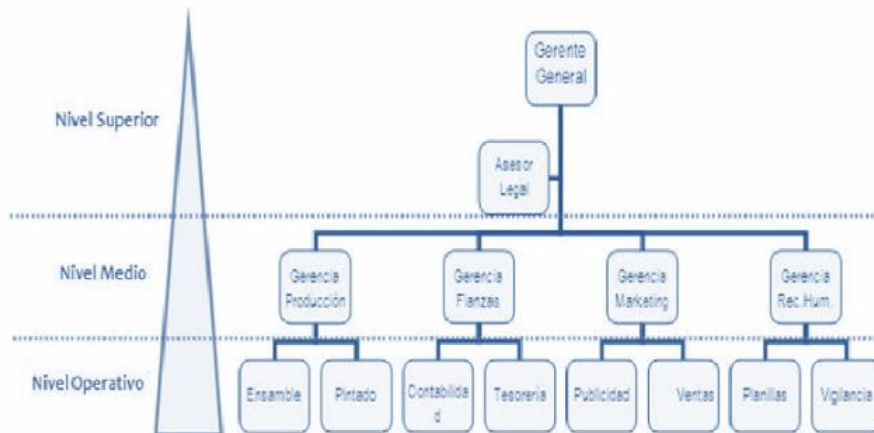
La auditoría contable, cumplirá la necesaria función de asegurar que la empresa no sólo está diciendo la verdad en sus informes financieros, sino también que las operaciones de la empresa están funcionando según lo previsto. Además, informará sobre posibles desvíos monetarios que puedan existir.
Estará constituida por **un (1) asesor contable**.

Gerencia General

Llevada a cabo por **una (1) persona** idónea en área, responsable de: Planear, proponer, aprobar, dirigir, coordinar y controlar las actividades administrativas, comerciales, operativas y financieras de la Empresa, así como resolver los asuntos que requieran su intervención de acuerdo con las facultades delegadas por el Directorio.

Además de ejecutar seis tareas básicas: fijar objetivos; derivar metas en cada área de objetivos; organizar tareas, actividades y personas; motivar y comunicar, controlar y evaluar; y, desarrollar a la gente y a sí mismo.

En el gráfico se podrán distinguir los niveles de subordinación en torno a la gerencia.



Sector Producción y Procesos

Dentro de esta área, se encuentra el Líder o Jefe de la misma, una (1) persona. El supervisor (1), y los ingenieros de producción (1) y procesos (1). Además, un ingeniero de mantenimiento mecánico (1) y eléctrico-instrumentista (1).

El líder, promueve la formación y desarrollo de las personas a cargo en el sector, condiciona las metas y objetivos, hace llegar la información sobre procedimientos, planes de producción a los ingenieros y Jefe. Interactúa y da soporte a los distintos trabajos.

El supervisor, se encarga de dar seguimiento al trabajo de los técnicos, cerrar balance de horas, definir prioridades diarias para efectuar trabajos. Dar soporte a procesos. Recorridas diarias a la planta, en torno a producto terminado e insumos.

El ingeniero de procesos, se encargará de la parte operativa, recorrida orientada a equipos, funcionamiento de los mismos. Implementar mejoras, dar soporte a técnicos. Definir prioridades. Monitoreo de variables críticas y no críticas u operacionales.

El ingeniero de producción, llevará a cargo el cumplimiento de los planes de producción, asegurar las materias primas en planta y el cumplimiento del trabajo relacionado. Liderar reunión diaria y definir prioridades a mantenimiento. Llevar registro de problemáticas y posibles mitigaciones. Recorridas a planta.

Gerencia en Recursos Humanos y afines

Esta área, en general se ocupará de planificar los recursos humanos y gestionarlos. Analizar las condiciones del entorno para proyectar, diseñar y potenciar puestos de trabajo. Capacitación, desarrollo y promoción. Reclutamiento y selección. Evaluación y revisión del desempeño. Administrar sueldos y salarios. Habrá tres (3) personas involucradas.

Gerencia en Finanzas y Sub-puestos

Es la encargada de la administración eficiente del capital de trabajo dentro de un equilibrio de los criterios de riesgo y rentabilidad, además de orientar la estrategia financiera para garantizar la disponibilidad de fuentes de financiación y proporcionar el debido registro de las operaciones como herramientas de control de gestión de la organización. Se encargará de: la adquisición, el financiamiento y la administración de activos. Habrá cuatro (4) personas involucradas.

Gerencia en Marketing y Relacionados

Su objetivo principal serán tareas destinadas a desarrollar e implementar las mejores estrategias de marketing a corto y largo plazo de la organización.

El amplio alcance de esta tarea lo obliga a interactuar fuertemente con los distintos departamentos de la empresa, incluyendo a los de investigación y desarrollo, fabricación, cadena de suministro, ventas y, en algunas industrias, al de legales. Entre algunas premisas de trabajo, se incluyen: Desarrollar la marca, la imagen, logo alineado con la misión de la organización. Investigaciones de mercado para poder proyectar. Análisis publicitario y rendimiento de ventas en base a proveedores y competidores, etc.

Habrá 3 (tres) personas dedicadas.

Gerencia Comercial

El gerente comercial, lleva adelante al equipo de vendedores y lidera a los mismos. Las funciones del cargo serán, planificar y administrar ventas. Estar en contacto con los vendedores y proveedores. Supervisar, liderar y tomar decisiones en base al trabajo de vendedores. Identificar posibles puntos de implantación del producto. Tener contacto y fuentes de demanda nacionales como internacionales.

Se tendrá: un (1) gerente comercial. Más tres (3) vendedores, dedicados al sector local como internacional.

PUESTOS DE TRABAJO PARA TÉCNICOS

Habrá seis (6) sectores de trabajo dentro de la planta.

- * Consola
- * Reacción
- * Formulación
- * Muestreo
- * Logística
- * Envasado

Cuatro turnos, A, B, C y D. Cada uno con personal adecuado en base a los sectores citados. Los turnos se comprenden de 8hs cada uno. Habrá 3 turnos operativos durante el día y uno en descanso. Los horarios comprenderán de 9PM a 5AM, de 5AM a 1PM y de 1PM a 9PM. La planta estará operativa 24hs al día.

El sistema es de la siguiente forma: Un turno inicia la jornada de mañana, durante una semana, luego descansa dos (2) días. Ingresa a la tarde, una semana, descansa dos (2) días. Ingresa

a la noche, una semana, descansa (3) días. Después de esto, vuelve a ingresar a la mañana. Así, se ajustan los cuatro turnos, A, B, C y D a todo el mes.

	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D							
T M	A							D							C							B							A													
TT	C	B						A						D						C						B																
T N	D							C							B							A							D							C						

Consola

Comprende un (1) operador. Será encargado de monitorear el proceso productivo por completo desde una serie de monitores con pantallas asociadas al proceso en forma de diagrama de bloques. Incluyendo en el mismo, variables de cada unidad. Este sistema contendrá un cuadro de alertas, variables como sensores de NH₃, pH dentro de los reactores, medidores de presiones, temperaturas, velocidades de giro, y sobre todo, amperajes de motores y elementos que lo requieran. El mismo liberará acciones, dependiendo del área, ya sea a, reacción, formulación o muestreo.

Reacción

La persona que esté en este puesto, se encargará de recorridas a planta en la parte del reactor tanque agitado, vasija intermedia, reactor tubular, torre absorción y granulador. El mismo inspeccionará el correcto funcionamiento de los mismos. Será guiado por el operador de consola ante algún problema en campo y responderá para solucionarlo. Si es una situación fuera de lo normal, se comunicará con el ingeniero de producción o procesos.

Formulación

Esta persona, estará encargada del área de granulación, secado, enfriamiento, aspiración de vapores, sistema de revestimiento, almacenaje, cintas transportadoras. Verificará la inexistencia de problemas en campo, correcto funcionamiento de equipos. Y solución de eventualidades inoportunas. Al igual que reacción, responderá ante el llamado de consola. Y al no poder solucionar un problema o que presente características anormales, dará aviso a los ingenieros.

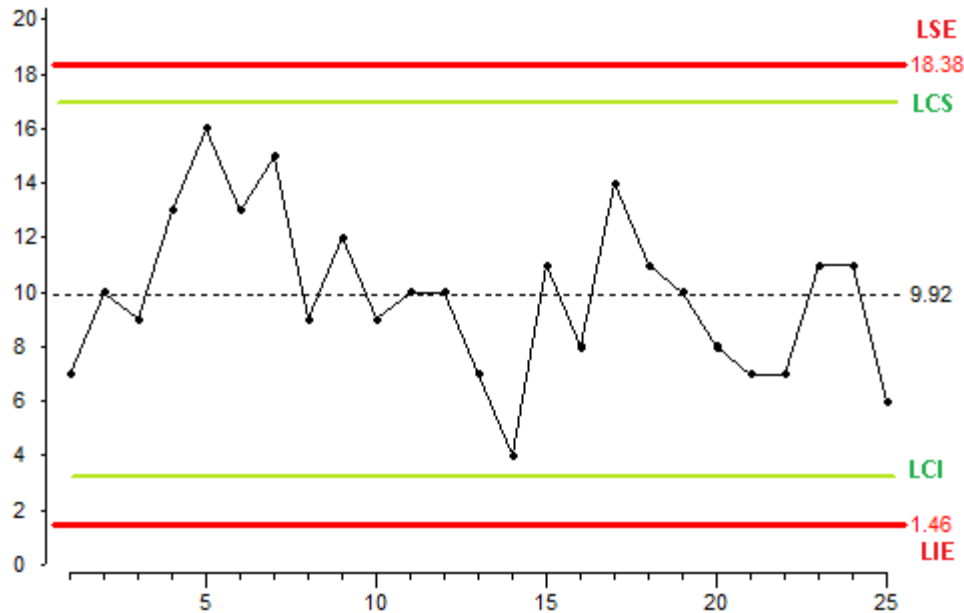
Muestreo

Esta es una de las personas más importantes, ya que es el encargado de tomar muestras de procesos y analizarlas en el laboratorio. Se medirá, pH, humedad, y densidad de producto en diferentes sectores además de las muestras que pueda realizar el laboratorio. Es decir, habrá dos tipos de muestras, las de laboratorio propiamente dicho y las de control de procesos.

Estos parámetros, que son netamente experimentales, ayudarán al operador de consola a controlar el proceso.

Serán volcados en una planilla informática, donde podrán verse las variaciones o desviaciones en un diagrama o gráfico de control. El mismo contendrá los puntos que se vayan adicionando, los límites de control y y especificación.

En el siguiente gráfico lo ejemplifica:



Logística

Estos dos (2) operadores, estarán encargados del movimiento de bolsones en tarimas, hacia el depósito de producto terminado o carga/descarga de camiones. Ya sean insumos o partes del almacén. Manejarán un Clark o un auto elevador “Reach” para realizar estos movimientos. Realizarán conteo de producto terminado e insumos.

Envasado (Packaging)

Habrà cuatro (4) personas a cargo, se encargarán de proveer insumos a la línea de envasado y efectuar controles a lo largo de la misma para que esté operativa.

Dos de estas personas, estarán operando permanentemente la embolsadora.

Laboratorio (Control de calidad)

Se realizarán controles correspondientes a impurezas para la comercialización, pH de producto final, humedad, contenido de talco, pureza del S.A.

Habrá 2 técnicos constantes, en iguales turnos que los anteriormente mencionados, los turnos serán 7x2 7x2 7x3.

En horario diurno, se encontrará el Jefe de laboratorio. Encargado de la supervisión y organización del mismo.

Almacenes

Habrá una persona encargada de este sector. Y proveerá de insumos en caso de ser necesario. Llevará un conteo y administrará este depósito.

Mantenimiento

En este sector, habrá un (1) técnico para realizar mantenimiento mecánico y un (1) técnico para realizar mantenimiento eléctrico-instrumentista dentro de los turnos 7x2 7x2 7x3. Es decir, en total ocho (8) técnicos.

En adición a esto, habrá dos (2) jefes en horario diurno. Uno mecánico y otro E&I. Los mismos coordinarán prioridades y administrarán las tareas, para velar por todas las cuestiones de manutención de planta.

Utilidades

En el sector, habrá dos técnicos por cada turno de los rotativos ya definidos. Además, un ingeniero en procesos, encargado del área de servicios auxiliares y un jefe de sector.

Portería

En la portería principal, de acceso a la planta para las personas, habrá tres (3) personas durante el turno mañana y tarde. Durante la noche, habrá dos (2) personas, debido a la reducción significativa de personal en planta.

Respecto a la portería de camiones, siempre habrá dos (2) personas fijas por turno.

Departamento Médico

Dentro del departamento médico, a lo largo del día en horario diurno, se encontrará un médico y una enfermero/a. Luego, durante las horas restantes, al reducirse el personal, se encontrará una enfermera.

Por seguridad, se tendrá contacto con el hospital más cercano en caso de necesitar un traslado o tener una urgencia mayor.

Sector Administrativo, Financiero y Comercial

Dentro de estos sectores, se estimará la cantidad de personal. Además de tres (3) gerentes para cada área, dentro de los subsectores de ventas, R.R.H.H., contabilidad, costos, tesorería,

distribución, se propone la incorporación de veinte (20) personas en total. Este valor surge en base a órdenes de magnitud de empresas conocidas con capacidad de planta similar.

Dotación Total de Personal

En resumen, contemplando los distintos sectores anteriormente mencionados, se contará con un total de 133 personas bajo contrato directo en la empresa. De los cuales, la mayoría son técnicos.

ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

INTRODUCCIÓN

El análisis que se expondrá a continuación permitirá conocer la viabilidad económica del proyecto. Para realizar dicha determinación se recurrirá a las herramientas financieras:

- VAN (Valor Actual Neto), es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar si luego de descontar la inversión inicial, quedarían ganancia en un determinado periodo.

VAN > 0: Proyecto viable

VAN < 0: Proyecto inviable

El VAN también nos permite determinar cuál proyecto es el más rentable entre varias opciones de inversión.

$$VAN_n = -Inv + \frac{FLC}{(1+i)^n}$$

Donde FLC es el valor del flujo libre de caja actualizado a través de una tasa de descuento. La tasa de descuento (i) con la que se descuenta el flujo neto proyectado, es el la tasa de oportunidad, rendimiento o rentabilidad mínima, que se espera ganar; por lo tanto, cuando VAN resulta negativo es porque no se ha satisfecho dicha tasa.

- TIR (Tasa Interna de Retorno), es la tasa de descuento de un proyecto de inversión para el cual VAN es igual a 0. La TIR es la máxima tasa que puede tener un proyecto rentable otorga.

Finalmente se procederá a realizar un **Análisis de Sensibilidad**, para prever cómo afectan ciertas variables a nuestro Flujo de Caja.

INVERSIÓN PRE-OPERATIVA

La inversión necesaria para un proyecto es un parámetro fundamental a determinar, ya que luego se verificará si la ganancia posible justifica llevar a cabo la inversión.

En un proyecto, la inversión está compuesta por:

1. Inversión Capital Fijo (ICF): Es el dinero que se destinará a costos de construcción y equipamiento de planta, y de los demás departamentos y operaciones periféricos. Detalladamente, incluye:
 - a. Activos Tangibles
 - i. Costo Base de Equipos: Implica el costo FOB de los equipos principales, así como flete marítimo y seguro.
 - ii. Costo Equipos Auxiliares e Instalaciones: Implica gastos en equipos secundarios y servicios auxiliares, así como el traslado a planta y la instalación de todos ellos.
 - iii. Costo Terreno
 - iv. Costo Obra Civil
 - b. Activos Intangibles
 - i. Gastos de Ingeniería y de Campo
 - ii. Gastos de Contratistas y Contingencias
2. Inversión Capital de Trabajo: Es el dinero que se destinará a inventarios de materia prima y de producto final, al material que se halla en el proceso, y al pago de cuentas a crédito.

En general, se siguieron una serie de recomendaciones para la estimación de cada ítem.

Determinación Costo Base (CB)

<i>Concepto</i>	<i>Descripción</i>	<i>Monto (U\$D)</i>
Equipos Importados (Precio FOB)		
Reactor tubular, SS		1600
Granulador		70900
Condensador		29500
Intercambiador coraza y tubos		2500
Secador rotatorio		354600
Enfriador rotatorio		506000
Tamiz rotatorio		52000
Trituradora de cadena		200000
Coating Machine		45600
Filtro de Manga		55300
Tanque almacenamiento amoniaco		110700
	Subtotal	1428700

Flete Marítimo	7% Precio FOB	100009
Seguro	1,5% Precio FOB	21430,5
Impuesto al Sello	0,5% Precio FOB	7143,5
Tasa de Aduana	16% Precio FOB	228592
Flete Terrestre	5% Precio FOB	71435
Ganancia Retenida	10% Precio FOB	142870
	Subtotal	2000180
Equipos Nacionales		
Reactor con agitación y encamisado, SS		95000
Tanque con agitación, SS		20000
Tanque, CS		3000
Tanque, CS		6000
Tanque con agitación y encamisado, SS		40000
Torre rellena, SS		10000
Tanque, Fiber		6000
Tolva		3000
Tolva		11000
Tanque almacenamiento ácido		60000
	Subtotal	254000
Costo Base		2254180

Determinación Costo Terreno

Las dimensiones del terreno de la planta resulto ser 160m de ancho por 220m de largo. En total, se requiere una superficie de 3,5ha. El valor de la hectárea en un Parque Industrial se estima en 600.000 U\$D. Por lo tanto, **$CTe = 2.100.000 U\D**

Determinación Inversión Capital Fijo

Se recurrió al *Método de los Factores Simples* de Perry, según el cual, el monto de ICF es proporcional a CB:

$$ICF = f \times CB + CTe$$

El factor f depende del tipo de planta. En este caso, es una planta que procesa fluidos y sólidos, por lo que $f \approx 4,3$.

TABLE 9-10 Lang Factors

Type of plant	Lang factors	
	Fixed capital investment	Total capital investment
Solid processing	4.0	4.7
Solid-fluid processing	4.3	5.0
Fluid processing	5.0	6.0

Adapted from M. S. Peters, K. D. Timmerhaus, and R. West, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th ed., McGraw-Hill, New York, 2004.

Determinación Inversión Capital de Trabajo

<i>Materia</i>	<i>Nivel de Inventario (tn)</i>	<i>Monto (U\$D)</i>
Materia en Almacenamiento		
Ácido Sulfúrico	670	50250
Amoniaco	90	31500
Sulfato de Amonio	900	328500
Subtotal		410250
Materia en Proceso		
Equipos Principales		
Ácido Sulfúrico	9	675
Sulfato de Amonio	30,9	11278,5
Subtotal		11953,5
Tramos de Cañerías		
Ácido Sulfúrico	0,9	67,5
Amoniaco	31	10850
Sulfato de Amonio	3,09	1127,85
Subtotal		12045,35
Total		434248,85

Determinación Inversión

Ítem	Descripción	Monto (U\$D)
INVERSIÓN CAPITAL FIJO		
Activos tangibles		
Costo Base Equipos	Precio FOB y Transporte	2.250.000
Costos equipos auxiliares e instalación	2 Costo Base	4.500.000
Terreno	Valor 3,5 ha	2.100.000
Obra Civil	50% Costo equipos instalados	1.125.000
Subtotal		9.975.000
Activos intangibles		
Gastos de ingeniería y de campo	25% Costo Base	90.000
Gastos de contratistas y de contingencia	25% Costo Base	90.000
Subtotal		180.000
SUBTOTAL ICF		10.160.000
INVERSIÓN CAPITAL DE TRABAJO		
Capital de trabajo	Materia en proceso y stock	434.000
SUBTOTAL CT		434.000
INVERSIÓN TOTAL		10.600.000

Depreciación y Amortización

La depreciación se define como una provisión para la disminución de valor de una propiedad durante un período de tiempo debido al desgaste, deterioro y obsolescencia normal. La intención es recuperar el costo de un activo durante un período de tiempo.

Se utilizó el *Método de Depreciación Lineal*, de forma tal que el costo del activo se distribuye igualmente a lo largo de su vida útil esperada, según:

$$D = \frac{I - V.R.}{n}$$

Donde D = depreciación anual I = inversión inicial V.R. = Valor Residual n = vida útil años.

Para los equipos, se consideró una vida útil de 10 años, mientras que para las obras civiles, 20 años. El terreno no sufre una depreciación.

La amortización es la deducción razonable del costo de una propiedad intangible durante su vida útil. Para este caso, se consideraron 10 años.

Ítem	Tasa Depreciación	Depreciación Anual	Año 1	Año 2
Terreno	0	0	2100000	2100000
Obra civil	5	56250	1068750	1012500
Equipos	10	675000	6075000	5400000
Activos intangibles	10	18000	162000	144000
TOTAL		749250	9405750	8656500

Item	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Terreno	2100000	2100000	2100000	2100000
Obra civil	956250	900000	843750	787500
Equipos	4725000	4050000	3375000	2700000
Activos intangibles	126000	108000	90000	72000
TOTAL	7907250	7158000	6408750	5659500

Item	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Terreno	2100000	2100000	2100000	2100000
Obra civil	731250	675000	618750	562500
Equipos	2025000	1350000	675000	0
Activos intangibles	54000	36000	18000	0
TOTAL	4910250	4161000	3411750	2662500

El **Valor Residual** total es de 2.662.500U\$D, y deberá considerarse como ingreso al finalizar el último periodo.

ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO

Conocido el monto de dinero necesario para poner en marcha el proyecto, el siguiente paso es identificar las fuentes de las cuales se pueden obtener los recursos necesarios para realizar la inversión inicial. Existe una variedad de fuentes de recursos y el empresario puede y debe utilizar más de una. El acceso a ellas está determinado por los atractivos del proyecto y la solvencia de la empresa. Generalmente, un nuevo negocio dispone de tres fuentes:

- * Ahorros personales: es la fuente menos recomendable, ya que se corren mayores riesgos.
- * Entidades financieras: se trata de préstamos, con tasas relativamente accesibles. Implica una deuda a pagar en un determinado tiempo.
- * Inversionistas privados: se trata de futuros socios, que con su aporte económico se hacen acreedores de acciones. Corren riesgos mayores que las entidades financieras (cuentan con menos métodos de recuperación del dinero).

En general, se prefiere una combinación de préstamo bancario y accionistas para la inversión, que puede repartirse o no en partes iguales.

En este caso, se optó por una Inversión compuesta por 60% capital financiero, y 40% capital de accionistas.

Fuente	%	Monto (U\$D)	Tasa
Externa	60	6.093.000	8
Interna	40	4.062.000	4,3

En cuanto a la devolución al banco, esta será:

- ~ En cuotas iguales
- ~ Interés decreciente
- ~ Amortización creciente

El valor de la cuota se calcula según:

$$F = A \times \frac{i \times (i + 1)^n}{(i + 1)^{n-1}}$$

Donde A = capital inicial adeudado i = tasa de interés nominal y n = periodo de devolución.

En este caso, se consideró $i = 8\%$ anual, y $n = 8$ años.

Por lo tanto, el cronograma de devolución de la inversión será:

Año	Capital Adeudado	Devolución al Banco	Interés	Amortización
0	6093000	0	0	0
1	5520168	1060272	487440	572832
2	4901510	1060272	441613	618658
3	4233358	1060272	392121	668151
4	3511755	1060272	338669	721603
5	2732424	1060272	280940	779332
6	1890746	1060272	218594	841678
7	981733	1060272	151260	909012
8	0	1060272	78539	981733
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
TOTAL	6093000	8482175	2389175	6093000

ESTADO DE RESULTADOS: DETERMINACIÓN TAMAÑO MÍNIMO ECONÓMICO

Un paso fundamental en la Evaluación Económica, es la determinación de la mínima capacidad productiva que dará Ganancias Netas.

Se trata de hallar el Punto de Equilibrio en el cual los ingresos alcanzan a cubrir la totalidad de costos variables y costos fijos, en un periodo determinado.

Para ello, se recurre al **Estado de Resultados**, que indica Ingresos, Costos y otras Salidas a una determinada capacidad productiva. Se debieron entonces, calcular primero estos valores.

Ingresos- Egresos Projectados

Ingresos

- Por ventas, como consecuencia del normal funcionamiento de las instalaciones.

Egresos

- * **Costos Variables**
 - Costos Materias Primas
 - Costos Energía Eléctrica y Gas Natural
 - Costos Comercialización y Ventas
 - Costos Administrativos
- * **Costos Fijos**
 - Costos Salarios
 - Costos Carga Social
 - Costos Generales
 - Costos Mantenimiento
 - Costos Seguros e Impuestos
 - Costos Mejoras Proceso
- * **Devolución al Banco e Intereses**
- * **Amortización**
- * **Depreciación**
- * **Impuestos**

La devolución al banco, amortización y depreciación ya fueron calculados con anterioridad.

En cuanto a los impuestos, estos se tomaron como el 10% de las Ganancias Brutas.

El resto de los ítems, se detallan a continuación:

<i>Concepto</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
INGRESOS			
Producción		65000	Ton/año
Precio Sulfato de Amonio		365	U\$\$/Ton
Ingresos por Ventas	Producción x Precio	23725000	U\$\$/año
COSTOS VARIABLES			
Consumo A.S.	Balance de Masa	48258	Ton/año
Costo A.S.		3619318,18	U\$\$/año
Consumo Am.	Balance de Masa	16742	Ton/año
Costo Am.		5859848	U\$\$/año
Consumo Energía Eléctrica		1000	MWh/año
Costos Energía Eléctrica		15000	U\$\$/año
Consumo Gas Natural		220,769231	km3/año
Costo Gas Natural		41394,2308	U\$\$/año
Costos Comercialización y Ventas	16% Ingresos (Ventas, Marketing, Fletes, Exportaciones)	3785600	U\$\$/año
Costos Administrativos	6% Ingresos	1419600	U\$\$/año
Subtotal		14740761	U\$\$/año
Subtotal		226,780937	U\$\$/ton
COSTOS FIJOS			
Costos Salarios	12 Salarios + Aguinaldo	975000	U\$\$/año
Costos Carga Social	50% Costos Salarios	487500	U\$\$/año
Costos Generales	50% Costos Salarios	487500	U\$\$/año
Costos Mantenimiento	5% Inversión (Proceso Corrosivo)	529450	U\$\$/año
Costos Seguros e Impuestos	1% Ingresos	236600	U\$\$/año
Costos Mejoras del Proceso	2% Inversión	211780	U\$\$/año
Subtotal		2928480	U\$\$/año

Los **Ingresos** están dados por la ecuación:

$$Ingresos = Q \times P_{venta}$$

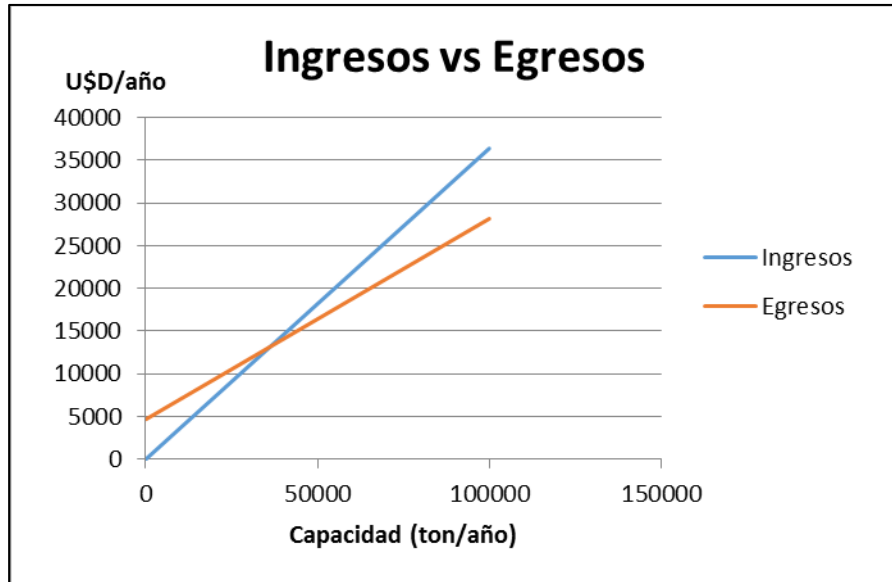
Los **Egresos** están dados por la ecuación:

$$Egresos = C_F + D + i + Q \times C_V$$

El **punto de equilibrio** estará en:

$$Q_{\min} = \frac{C_F + D + i}{P_{venta} - C_V}$$

Como resultado $Q_{\min} = 33700 \text{ton/año}$, menor a la capacidad productiva instalada.



El **Estado de Resultados** es el siguiente:

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción (ton/año)	65000	65000	65000	65000	65000	65000	65000	65000	65000	65000
Ingreso unitario (U\$D/ton)	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
INGRESOS (kU\$D/año)	23725	23725	23725	23725	23725	23725	23725	23725	23725	23725
Costo variable (U\$D/ton)	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235
Costo variable (kU\$D/año)	15275	15275	15275	15275	15275	15275	15275	15275	15275	15275
Costo fijo (kU\$D/año)	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145
COSTOS (kU\$D/año)	18420	18420	18420	18420	18420	18420	18420	18420	18420	18420
Depreciación (kU\$D/año)	749,25	749,25	749,25	749,25	749,25	749,25	749,25	749,25	749,25	749,25
Interés préstamo	487,4	441,6	392,1	338,7	280,9	218,6	151,3	78,5	0,0	0,0
Ganancia bruta (k\$/año)	4068	4114	4164	4217	4275	4337	4404	4477	4556	4556
Impuesto ganancias	407	411	416	422	427	434	440	448	456	456
Ganancia NETA (k\$/año)	3661	3703	3747	3795	3847	3903	3964	4029	4100	4100

FLUJO LIBRE DE CAJA

El flujo de caja de la compañía refleja las entradas y salidas de efectivo a partir de la operación de la compañía (Flujo de Caja Operativo) y el pago a sus fuentes de financiación (Flujo de Caja Financiero), durante un periodo de tiempo determinado.

Los principales componentes del flujo de caja son:

1. **Ingresos:** Ingresos por las operaciones efectuadas en la planta durante su tiempo de ejecución y que representan las entradas reales de caja. Básicamente estos se obtienen de la venta de productos y/o servicios comercializados por la empresa.
2. **Egresos:** Egresos de operación que constituyen los flujos de salida de caja.
3. **Generación Interna de Recursos (EBITDA):** La diferencia entre ingresos y egresos operacionales y devoluciones al banco.
4. **Beneficio antes de Intereses e Impuestos (BAIT):** Luego de detraer las amortizaciones y depreciaciones.
5. **Utilidad Neta Final (BDT):** Obtenido tras deducir todos los impuestos y otras cargas
6. **Necesidades Operativas de Fondo (NOF):** Son los fondos necesarios para financiar las operaciones corrientes de la empresa, durante el primer periodo.
7. **Amortizaciones.**
8. **Flujo Libre de Caja Neto (FLC):** Suma de las anteriores.

Calculo de tasa de descuento (WACC)

El WACC, de las siglas en inglés Weighted Average Cost of Capital, también denominado coste promedio ponderado del capital (CPPC), es la tasa de descuento que se utiliza para descontar los flujos de caja futuros a la hora de valorar un proyecto de inversión.

Tal y como su propio nombre indica, el WACC pondera los costos de cada una de las fuentes de capital, independientemente de que estas sean propias o de terceros, bancos o accionistas.

$$WACC = Ke CAA + Kd (1 - T) D$$

Donde:

Ke= Tasa de rentabilidad esperada por el inversionista.

Kd= Tasa del costo de financiamiento

CAA= Porcentaje de inversión financiada por capital de inversionistas

D= Porcentaje de la inversión financiada por deuda.

T= Tasa impositiva

El Ke o tasa de rentabilidad esperada por inversionista se lo determino en base al modelo de los precios de los activos de capital (CAPM), agregándole el factor de riesgo país.

$$Ke = Tlr + B \times (Em - Tlr)$$

Donde:

Tlr = Tasa libre de riesgo

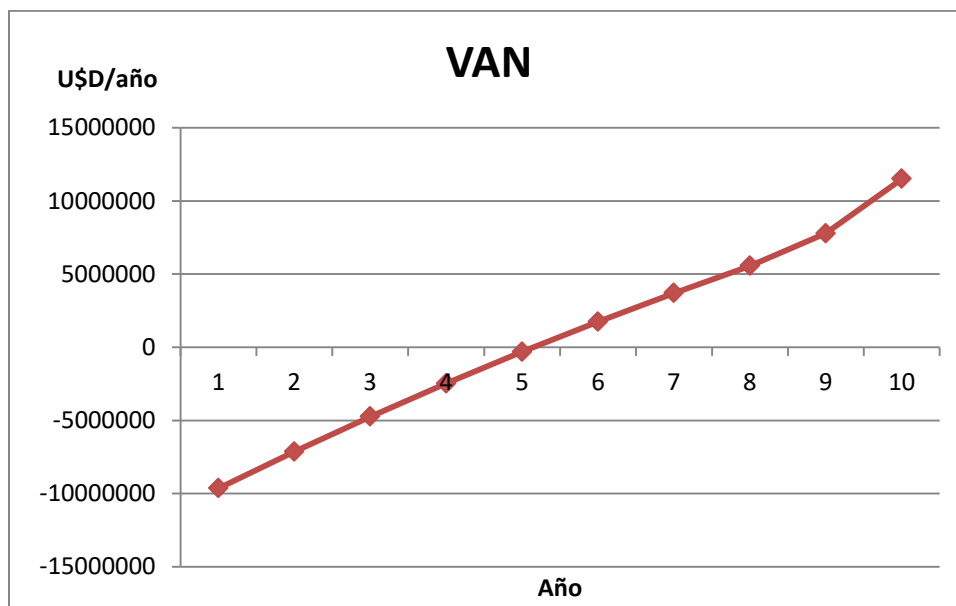
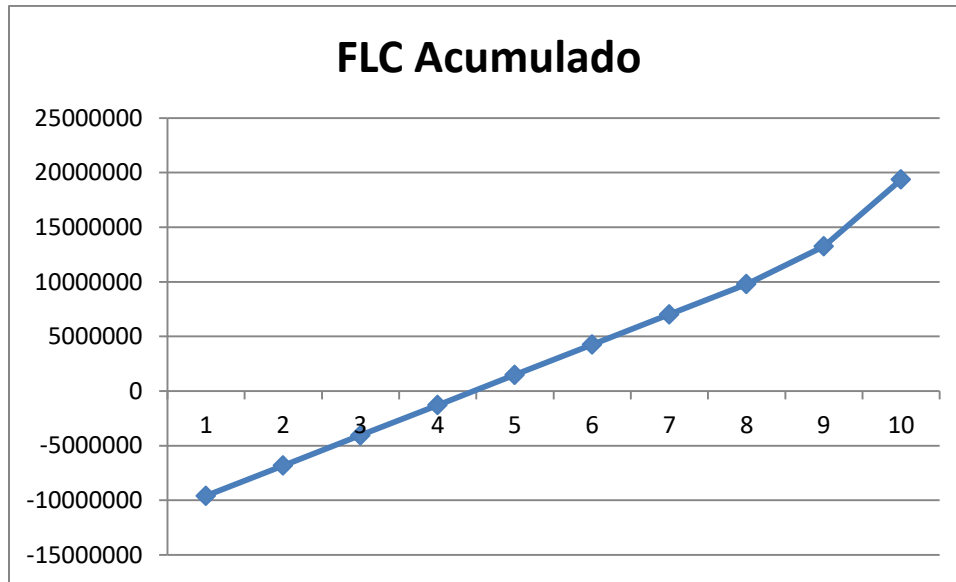
Em= Porcentaje riesgo país

B= Coeficiente de riesgo por diversificación

CÁLCULO WACC		
Concepto	Descripción	Valor
Tlr	Tasa Libre de Riesgos	0,04
B	Diversificación del Negocio	1
Em	Riesgo País	0,043
Ke	Tasa Accionistas	0,043
CAA	Porcentaje Accionistas	0,4
Kd	Tasa Banco	0,08
1-T	Escudo Fiscal	0,7
D	Porcentaje Banco	0,6
WACC	Promedio Ponderado del Costo de Capital	0,0508

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos por venta	-	23725000	23725000	23725000	23725000	23725000
"-Costos"	-	-17683541	-17683541	-17683541	-17683541	-17683541
"-Banco"	-	-1060272	-1060272	-1060272	-1060272	-1060272
EBITDA	-	4981187,166	4981187,166	4981187,166	4981187,166	4981187,166
"-Depreciación"	-	-731250	-731250	-731250	-731250	-731250
"-Amortización"	-	-18000	-18000	-18000	-18000	-18000
BAIT	-	4231937,166	4231937,166	4231937,166	4231937,166	4231937,166
"+Valor Residual"	-	-	-	-	-	-
"-Impuestos"	-	-1481178,008	-1481178,008	-1481178,008	-1481178,008	-1481178,008
BDT	-	2750759,158	2750759,158	2750759,158	2750759,158	2750759,158
"+Amortización"	-	18000	18000	18000	18000	18000
"-NOF"	-	-1768354,09	-	-	-	-
FLC Neto	-10589000	1000405,068	2768759,158	2768759,158	2768759,158	2768759,158
FLC Acumulado	-10589000	-9588594,932	-6819835,774	-4051076,616	-1282317,457	1486441,701
VAN	-10589000	-9636958,633	-7129434,902	-4743135,196	-2472199,047	-311049,3041

Año	6	7	8	9	10
Ingresos por venta	23725000	23725000	23725000	23725000	23725000
"-Costos"	-17683541	-17683541	-17683541	-17683541	-17683541
"-Banco"	-1060272	-1060272	-1060272	0	0
EBITDA	4981187,166	4981187,166	4981187,166	6041459,103	6041459,103
"-Depreciación"	-731250	-731250	-731250	-731250	-731250
"-Amortización"	-18000	-18000	-18000	-18000	-18000
BAIT	4231937,166	4231937,166	4231937,166	5292209,103	5292209,103
" +Valor Residual"	-	-	-	-	2662500
"-Impuestos"	-1481178,008	-1481178,008	-1481178,008	-1852273,186	-1852273,186
BDT	2750759,158	2750759,158	2750759,158	3439935,917	6102435,917
" +Amortización"	18000	18000	18000	18000	18000
"-NOF"	-	-	-	-	-
FLC Neto	2768759,158	2768759,158	2768759,158	3457935,917	6120435,917
FLC Acumulado	4255200,859	7023960,017	9792719,175	13250655,09	19371091,01
VAN	1745621,559	3702864,481	5565486,219	7779275,924	11508184,31



Se observa que el Flujo de Caja Neto es creciente, siendo el acumulado positivo a partir del 5to periodo.

El VAN también es creciente, dando los resultados esperados (mayor a 0) a partir del 6to periodo.

Tasa Interna de Retorno TIR

Cálculo TIR		
TIR	Tasa Interna de Retorno	21%
VAN₁₀	Valor Actual Neto al año 10	\$ -0,00

La TIR, a fin del periodo 10, será del 21%, superior a la planteada del 5.08%.

CONCLUSIÓN

En el caso base planteado, el proyecto resulta rentable en un periodo de 10 años, ya que:

- ✓ VAN = 11.500.000USD > 0
- ✓ TIR = 21% > WACC = 5.08%

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se plantearon los siguientes escenarios de variación de las condiciones base:

1. Aumento de un 10% de la inversión
2. Aumento de la materia prima un 5%.
3. Disminución de la materia prima un 5%.
4. Aumento del precio del producto un 5%.
5. Disminución del precio del producto un 5%.

Los parámetros comparativos fueron:

- a. Inversión Total
- b. Capacidad Mínima
- c. VAN en el periodo 10
- d. TIR

Los datos obtenidos fueron:

	Caso Base	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
Inversión (U\$D)	10.600.000,00	14.850.000,00	10.600.000,00	10.600.000,00	10.600.000,00	10.600.000,00
Qmín (ton/año)	33700	37040	35600	32050	34800	32840
VAN10 (U\$D)	11.500.000,00	3.800.000,00	3.950.000,00	12.800.000,00	14.200.000,00	2.080.000,00
TIR	21%	9%	10%	23%	25%	8%
Rentabilidad	SI	SI	SI	SI	SI	SI

En todos los casos, se observa que el proyecto continúa siendo rentable.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS Y MANUALES CONSULTADOS

- PERRY & GREEN (1997). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. McGraw-Hill.
- WELTY, J (2005). *Fundamentos de la Transferencia de Momento, Calor y Masa*. Wiley.
- MCCABE, W. (1991). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. McGraw-Hill.
- FOUST, A. (1992). *Principio de las Operaciones Unitarias*. McGraw-Hill.
- TREYBAL, R. (1993). *Operaciones de Transferencia de Masa*. McGraw-Hill.
- KERN, D. (1999). *Procesos de Transferencia de Calor*. McGraw-Hill.
- CAO, E. (2004). *Transferencia de Calor en Ingeniería de Procesos*.
- LEVENSPIEL, O. (1986). *Ingeniería de las Reacciones Químicas*. Wiley.
- COUPER, J. (1988). *Chemical Process Equipment*. Butterworth-Heinemann.
- CORRIPIO, A. (1997). *Principles and Practice of Automatic Process Control*. Wiley.
- SILLA, H. (2003). *Chemical Process Engineering*. Marcel Dekker.
- WALAS, S. (1990). *Chemical Process Equipment*. Butterworth-Heinemann.
- MCCAETTA, J. (1984). *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. Marcel Dekker.
- HIGNETT, T. (1985). *Fertilizer Manual*. Springer-Science + Business Media.
- GUTIERREZ, J. (2003). *Diseño de Procesos en Ingeniería Química*. Editorial Reverté.
- RAY, M. (1949). *Chemical Engineering Design Project*. Gordon and Breach Science Publishers.
- CHOPEY, N. (1991). *Handbook of Chemical Engineering Calculations*.
- NAYYAR, M. (1973). *Piping Handbook*. McGraw-Hill.

PATENTES CONSULTADAS

Método de Producción Sulfato de Amonio Granular

<http://www.google.com/patents/US3464809>

Método de Producción Sulfato de Amonio Cristalizadores DTB

<http://www.google.com/patents/US8658123>

Método de Producción Sulfato de Amonio Cristalizadores Paralelo

<https://www.google.com/patents/US2656248>

Método de Producción Fertilizantes NPK

<https://www.google.com/patents/US4134750>

Reactor Tubular en "T" para la Producción de Fertilizantes

<http://www.google.com/patents/US3954942>

Método de Producción Sulfato de Amonio Reactores en Serie

<http://www.google.com/patents/EP1067093A1>

PÁGINAS WEB

Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos

<http://www.ciafa.org.ar/>

Food and Agriculture Organization of the United Nations

<http://www.fao.org/>

Instituto PetroQuímico Argentino

<http://www.ipa.org.ar>

International Plant Nutrition institute

<http://www.ipni.net/>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

<http://inta.gob.ar/>

Allance Fertilizer Machine Inc.

<http://fertilizer-machine.net/>

Whirlston Machinery Inc.

<http://www.fertilizer-machine.com/>

Matches

<http://matche.com/>

Organismo Provincial para el Desarrollo Sustentable

<http://www.opds.gba.gov.ar/>

Senado de la Nación Argentina

<http://www.senado.gov.ar/>



(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(43) Date of publication: **10.01.2001 Bulletin 2001/02**
 (51) Int Cl.7: **C01C 1/248, C01C 1/24, C01C 1/242**
 (21) Application number: **00600009.5**
 (22) Date of filing: **07.07.2000**

(84) Designated Contracting States: **AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE**
 Designated Extension States: **AL LT LV MK RO SI**
 (71) Applicant: **Biomihania Fosforikon Lipasmaton A.E.**
651 10 Kabala (GR)
 (72) Inventor: **Bellis, D., Biomihania Fosforikon Lipasmaton AE**
54110 Thessaloniki (GR)
 (30) Priority: **07.07.1999 GR 99100232**

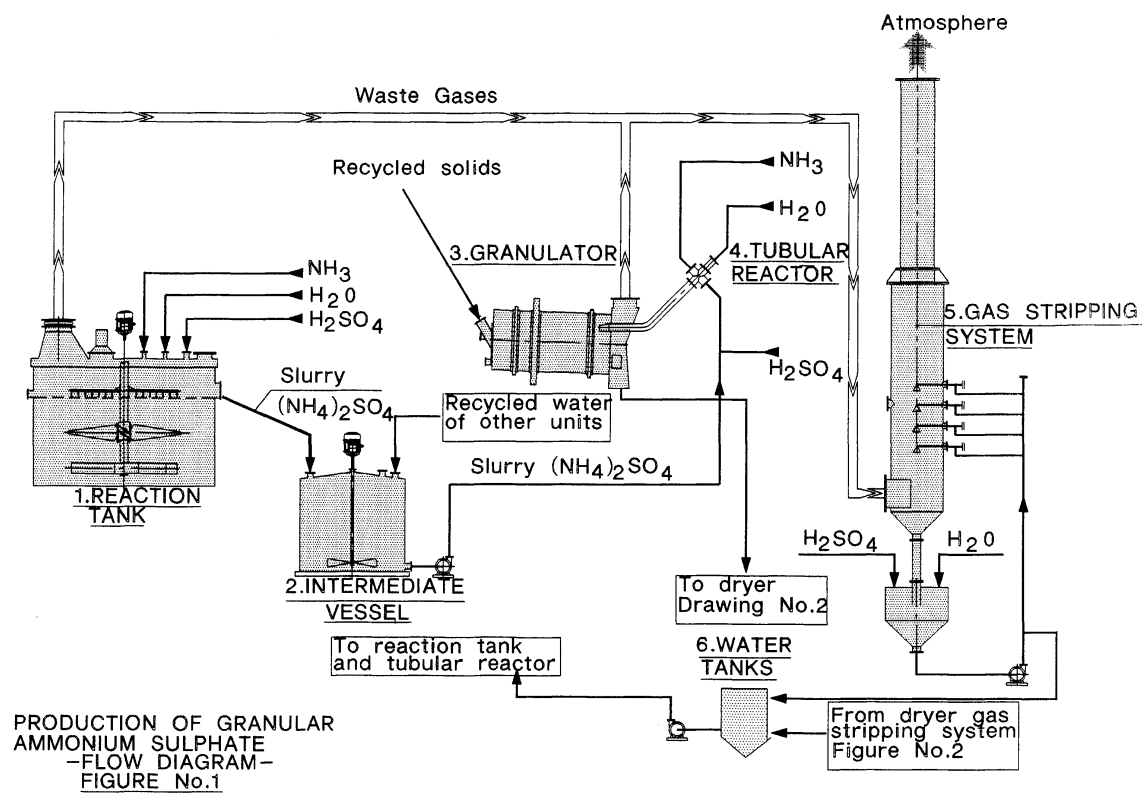
(54) **Method for the preparation of granular ammonium sulphate**

(57) A new method for the preparation of granular ammonium sulphate that is free-flowing and does not clump, with a minimum titre of 20.5% and a granular composition and hardness similar to common granular fertilisers.

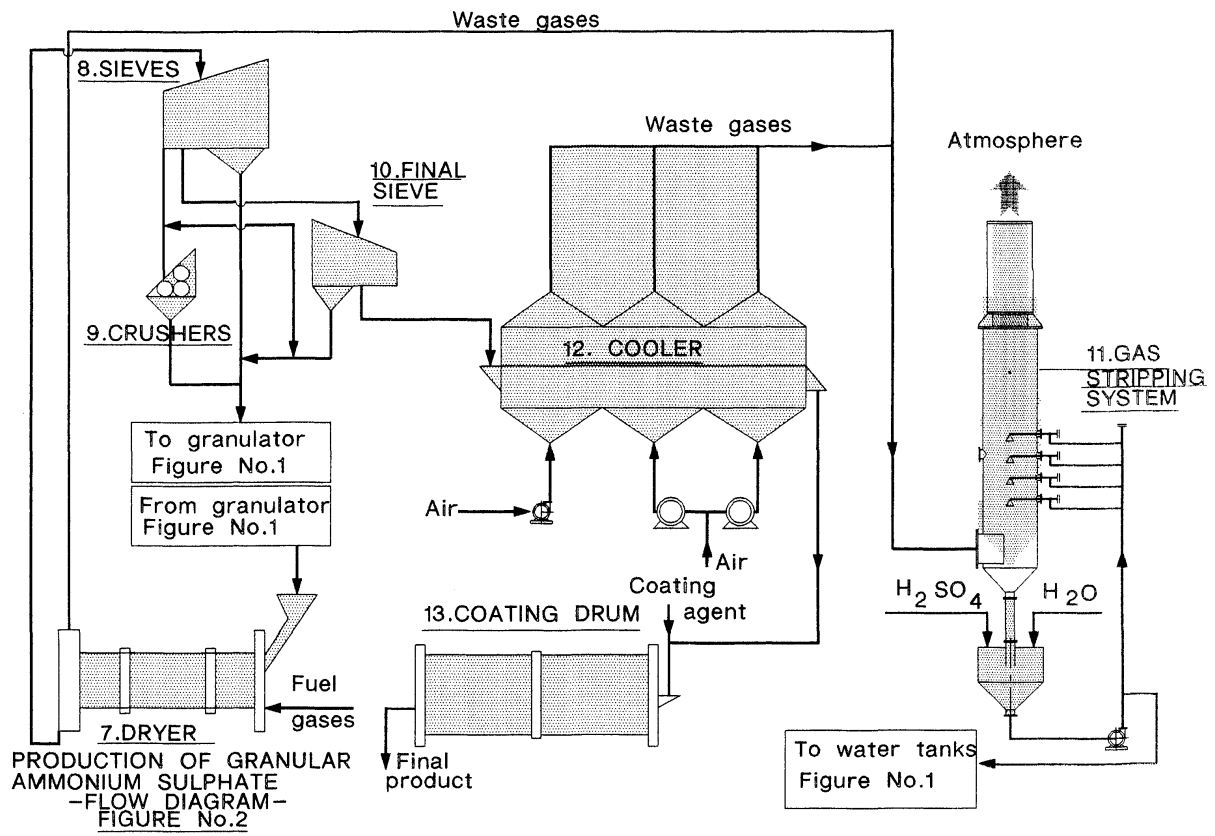
liquor produced in the reaction tank and in the tubular reactor is of temperature, pressure, humidity, concentration and pH such that upon entering the granulator it is transformed into granules of the desired size and hardness. The proper feeding distribution of raw materials and water at both stages of production is an important factor in the success of the method.

The method is characterised by the combined use of the classic reaction tank and the tubular reactor (without excluding the use of either element alone). It uses sulphuric acid, liquid or gaseous ammonia and the water from the washing of the tail gases from the reaction. The

The method is used for the rapid production, with minimal impact on the environment, of a fertiliser with good quality characteristics.



EP 1 067 093 A1



Description

[0001] The invention relates to a method for the production of ammonium sulphate and to the resulting product, which is granular, free-flowing and non-agglomerating. The product produced by this method has a minimum titre of 20.5% by weight, and a granular composition and hardness similar to that of ordinary fertilisers.

[0002] Ammonium sulphate has many applications, the most important being in the manufacture of fertiliser, for which it is a source of nitrogen (ammonium) and sulphur.

Crystalline ammonium sulphate can be prepared in many ways, both as a by-product and as the primary product of the reaction between sulphuric acid and ammonia. It is very frequently used in blends with other types of fertilisers. Crystalline ammonium sulphate, however, has a number of major drawbacks, including the fact that its grains are small in size and irregular in shape, do not flow easily, have a tendency to agglomerate and are lacking in hardness. This makes it difficult to use as a fertiliser, given that fertilisers require uniformity of dispersion and specific grain properties (shape - dimensions).

Numerous attempts have been made to reduce these defects by improving the crystallisation process. One such way is the use of a reverse-flow crystallisation process, in which the small crystals that are formed at low temperatures are mixed with a hot solution of ammonium sulphate or acidic ammonium sulphate. While there is an improvement in the crystalline ammonium sulphate thus produced, the production cost is high and, in addition, the grains are irregular in shape and dimensions, making them difficult to use as fertiliser.

Further improvements in the product were achieved with the use of granulation techniques, yielding a granular product, enhanced in certain cases with the use of additives, such as a variety of metallic ions, phosphoric acid, phosphorites, urea, ammonium nitrate and other compounds. While these techniques have brought about further improvements, existing methods nonetheless still produce a granular product of little hardness and with a substantial percentage of grains outside the desired size range (2-4.5 mm).

From the technical standpoint, all granular ammonium sulphate production methods present problems of corrosion of the material of the installations used, because of the low pH of the liquor produced during the reaction. Furthermore, none of the occasional improvements that have been achieved have brought about any substantial increase in production rates.

This invention eliminates the above drawbacks and creates a series of advantages, which are analysed below. The main feature of this invention is the combination in series of a agitated cylindrical reaction tank and a tubular reactor, and the primary gain is the increase in production rate in comparison with the use of just one of the above machines. In addition, the extensive use of recycled water, either from the stripping of tail gases or from other factory units, allows the liquor produced in the reactor to be kept at a fairly low density, moderating the quantities of ammonia channelled into the tail gas stripping system, while finally, given the relatively high (compared to other methods) pH of the liquor, there is no corrosion of the reaction tank.

[0003] As we have said, the production of granular ammonium sulphate is carried out in two successive stages, which are shown in diagrams N°1 and N°2, attached.

In the first stage, ammonia (liquid or gas), sulphuric acid of at least 70% concentration by weight and recycled water from the stripping of tail gases are fed into a reaction tank fitted with co-axial agitators. Alternatively, two agitation tanks in series may be used. The reaction temperature is 100-120°C, with a usual value of 108-115°C, and the pressure is normal atmospheric pressure. The water added is acidic because of the presence of acidic ammonium sulphate. The reaction tank is made of steel with an acid-resistant lining. The liquor produced has a moisture level of 34-42%, a density of 1260-1430 g/l with a usual value of 1290-1370 g/l, and a pH of 2.5 - 6 with a usual value of 3- 5.

From the overflow of the tank, the liquor produced flows into an agitated intermediate vessel, to which may be added liquid effluents from other parts of the plant. From the intermediate vessel, the liquor produced in the first stage is first mixed with the rest of the sulphuric acid of the reaction and then pumped into the tubular reactor. To the tubular reactor are also added water and ammonia, in either liquid or gaseous form. The pressure is 3-6 bar, usually 3.5-5 bar, and the temperature is over 130°C. The liquor that is projected from the tubular reactor into the rotating granulator has a moisture level of 5-12% after expansion. To the granulator is also added a small quantity of ammonia (liquid or gas) to complete the reaction. The pH of the product in the granulator, measured in a 1% solution by weight, is 3-5, with a usual value of 3.2-4.5, and the moisture level is 2-4.5%.

The tail gases from the reaction tank and the granulator are conducted into 2 stripping columns, where the ammonia is neutralised and absorbed by recycled water and sulphuric acid. The acidic ammonium sulphate solution produced is fed into the reaction tank and the tubular reactor instead of plain recycled water.

In both stages of preparation the proper feeding of raw materials and water is very important. This must be done as follows:

- Sulphuric acid : Discounting the acid from the stripping process, the remainder is fed into the reaction tank and the tubular reactor at a desired proportion of 45-55% respectively. In total 31-45% may be fed into the tank, 42-52%

into the tubular reactor and 10-20% into the vessels where, mixed with recycled water, it is fed into the stripping columns to capture the ammonia.

- Ammonia : The ammonia is fed in equal quantities into the reaction tank and the tubular reactor. Specifically, 37-55% of the total ammonia is consumed in the reaction tank, 42-52% in the tubular reactor and 3-11% in the granulator.

- Acidic solution from stripping columns : As we have already mentioned, recycled water is fed into the vessels, where it is mixed with part of the sulphuric acid and then used to strip the tail gases. Of the resulting solution 5-11% is fed into the tubular reactor and the rest into the reaction tank.

After granulation the product undergoes a series of processes to give it its final form; these are as follows :

- Drying in a rotary oven with a concurrent flow of exhaust gases from the combustion of natural gas (or diesel oil). The temperature of the exhaust gas at the entrance to the drying oven is 440-480°C, and may rise to 500°C, while the fertiliser exits at 95-110°C, with a usual value of 98-105°C.
- Sifting, in two stages, when the fine grains are returned to the granulator and the coarse ones sent for crushing, while the marketable grains (2-4.5 mm) move on to the cooling stage.
- Crushing of coarse grains, which are then returned to the granulator
- Cooling, with (cold) atmospheric air in a solid-fluid bed to a final temperature of 10-45°C (depending on climate conditions), and simultaneous dust removal.
- Coating with some suitable material, to keep the grains from agglomerating; this is done in a rotating drum called a coater.

[0004] The final product produced by the above method has the following chemical properties:

- Nitrogen content : minimum 20.5% by weight, entirely in ammoniac form, using the method of analysis described in directive 77/535/EEC, Method 2.1.
- Sulphur content : minimum 23% by weight, using the method of analysis described in directive 89/519/EEC, Method 8.4, 8.9.
- Free moisture : maximum 0.3% by weight, measured by the ISO 8189 method.
- pH : between 2.8 and 4.5 , measured in an aqueous solution 1% by weight.

[0005] Similarly, the physical properties of the final product produced by the above method are as follows :

Form : granular, free-flowing, non-agglomerating
 Granulometry : 90% by weight minimum between 2 and 4.5 mm, and specifically
 : > 4.5 mm 0.3% by weight maximum
 4.5 mm - 4 mm 1-3% by weight
 4 mm - 2 mm 87-95% by weight
 < 2 mm 5-9% by weight
 according to the Pr EN 1236 method (ISO 8397 modified)
 Hardness : Average value : 3 kg minimum, and usually more than 4 kg
 Maximum value : 5 kg at least, and usually more than 5.5 kg
 Minimum value : 2 kg at least, and usually more than 3 kg

determined on a sample of at least 10 grains with a diameter of between 3.15 and 4 mm by measurement of the necessary applied weight to crush each grain.

- SGN (size guide number)
as determined by the formula: $SGN = d_{50} \times 100$, where d_{50} is the diameter of 50% of the grains according to the cumulative distribution of the granulometric analysis.
- UI (uniformity index) 50-55
as determined by the formula: $UI = (d_5 / d_{90}) \times 100$, where d_5 , d_{90} are the diameters of 5% and 90% of the grains respectively, according to the cumulative distribution of the granulometric analysis.
- Tendency to agglomerate : 0.3 kg at most (usually 0)
determined by an original method which measures the applied weight necessary to crush a sample of about 30 grams of product that has been centrifuged at 4500 rpm for 4 hours and then left to rest for another 4 hours. The method is repeated once, and the final value is the average of the two results.

[0006] The advantages of this invention are many and varied. The direct and obvious advantage lies in the properties of the product itself, which has grains of uniform size (as demonstrated by the granulometric analysis, the SGN and

the UI) and appropriate hardness (as demonstrated by the hardness index) that do not agglomerate.

[0007] There are in addition, however, a number of secondary advantages, relating to the production process. These are :

- 5 1. Full use of recycled water. Since the method requires large quantities of water to produce a reaction liquor of the desired low density, this permits the recycling of various liquid effluents not only from the production unit itself but from other parts of the plant and even from other factories. This has a twofold significance, since on the one hand it reduces the quantity of liquid effluents released into the final liquid receptor and on the other it reduces ammonia losses into the atmosphere.
- 10 2. Minimalisation of the corrosion of the reaction tank. The consequence of the low density of the liquor in the reaction tank and the capturing of gaseous ammonia in the stripping process, which is then returned to the reaction tank, is a higher pH than in other methods. This not only results in less chemical corrosion but at the same time prevents mechanical erosion, on the one hand because the higher pH prevents crystallisation and on the other because of the fact that the liquor is thinner than in traditional methods.
- 15 3. Use of smaller granulator. Since most of the gases created are captured by the reaction tank, the volume of gas in the granulator is less than in traditional methods. Thus in a new unit applying this process the granulator could be significantly smaller than in a traditional unit of the same capacity.
- 20 4. Increased production in existing units, as a consequence of advantage number 3. In the unit at SICNG the production rate using this method rose from 35 t/h to 65 t/h, for a period of 72 hours of continuous operation. This rate of production may be expected for a single production line and for a total consumption of electricity of 30-40 kWh/t of product or 1800-2200 kWh/hour of operation.

[0008] The two figures below show in sequence the simplified flow chart of a compound fertiliser production unit that applies the method described above for the production of granular ammonium sulphate. Figure N°1 shows the standard reaction tank (1), the intermediate vessel (2), the granulator (3), the tubular reactor (4), the gas stripping system (5) and the water reservoirs. Figure N°2 shows the drying oven (7), the sieves (8), the crushers (9), the final sieve (10), the gas-stripping, drying and cooling system (11), the cooler (12) and the coater (13). The diagrams do not show various machines for the propulsion of solids, liquids and gases, which are not characteristic of the production installation for this product, while the arrangement of the machines as given on the diagrams is not binding and may differ in a real installation. Finally, these diagrams may in no sense be considered working drawings for the forms of the machines in question.

[0009] Presented below are three examples of the application of this invention, which however must be taken as merely indicative and not be considered as defining the precise limits of the present invention.

35

40

45

50

55

1st EXAMPLE

a) Production rate : 40-60 t/h

b) Operational conditions :

Sulfuric acid concentration : 96,4% b.w.

N° of sample	Reaction temperature (°C)	Liquor density (g/l)	Liquor pH	Tubular reactor pressure	Tub. reactor temperature (°C)	Granulator pH (1%b.w)
1	105,9	1313	2,7	4,1	153	4,0
2	112,4	1322	2,8	3,7	150	3,8
3	112,2	1333	3,7	4,4	154	4,0
4	113,3	1317	2,7	4,7	157	4,1
5	113,3	1314	2,6	4,8	158	4,0
6	112,9	1306	3,5	4,9	159	3,9
7	110,8	1313	5,6	4,4	155	4,0
8	110,5	1315	4,6	4,3	154	3,8
9	111,1	1314	2,6	4,4	154	3,9
10	112,6	1303	3,8	4,6	156	4,2
11	111,6	1310	4,9	4,5	156	4,5

c) Feeding proportions (%)

N° of sample	Sulfuric acid			Ammonia		
	Reaction tank	Tubular reactor	Stripping columns	Reaction tank	Tubular reactor	Granulator
1	35	47	18	40	50	10
2	36	47	17	39	49	12
3	36	46	18	42	50	8
4	37	48	15	44	51	5
5	36	49	15	43	50	7
6	37	49	14	44	50	6
7	36	49	15	42	50	8
8	37	48	15	41	52	7
9	35	48	17	41	50	9
10	36	50	14	43	51	6
11	37	49	14	43	51	6

d) Chemical - physical properties of product

N° of sample	Nitrogen cont.(%b.w.)	Sulfur cont.(%b.w.)	Free moist. (%b.w.)	pH 1%b.w.	Granulom. (%b.w.)*1	Hardness (%b.w.)*2
1	20,55		0,12			
2	20,55		0,12	4,1	0,3-1,4-90,7-7,6	4-5,7-3
3	20,56	23,27	0,16			
4	20,53		0,12	3,8	0,5-2,9-89,6-7,0	4,2-5,2-2,7
5	20,53		0,07			
6	20,48	23,18	0,09	3,9	0,1-1,2-88,8-9,9	4,3-5,6-2,9
7	20,58		0,10			
8	20,47		0,18	4,0	0-2,2-89,7-8,1	6,4-9,3-4,0
9	20,52	23,23	0,10			
10	20,49		0,09	4,4	0-1,7-87,8-10,5	7,3-10,1-5,2
11	20,57		0,11			

EP 1 067 093 A1

5

Fuel gases temper. (dryer inlet)(°C)	Fuel gases temper. (dryer outlet)(°C)	Product tem. (cooler outlet) (°C)
460	108	18
460	102	
444	102	
452	108	
452	109	
450	109	22
455	109	
443	109	20
499	107	
472	105	
482	102	

10

15

20

Water	
Reaction tank	Tubular reactor
92	8
94	6
91	9
91	9
92	8
91	9
94	6
91	9
91	9
90	10
91	9

25

30

35

SGN	UI	Tendency to agglomerate (kg)
282	50	0
286	50	0
282	49	
284	50	0
281	50	0

40

45

50

55

a) Production rate : 50 t/h

b) Operational conditions :

Sulfuric acid concentration : 96,6% b.w.

N° of sample	Reaction temperature (°C)	Liquor density (g/l)	Liquor pH	Tubular reactor pressure	Tub. reactor temperature (°C)	Granulator pH (1%b.w)
1	111,0	1365	3,5	4,0	152	4,1
2	110,7	1353	4,1	4,1	153	4,1
3	110,7	1332	4,2	4,1	153	4,5
4	112,1	1333	3,7	4,1	153	4,4
5	112,3	1330	2,6	3,9	151	4,4
6	111,9	1320	2,7	3,9	151	4,1
7	110,8	1314	3,9	4,0	152	4,3
8	112,2	1321	3,4	3,9	151	4,3
9	111,8	1329	3,6	3,8	151	4,2
10	112,3	1313	3,9	3,8	151	4,0
11	111,5	1317	3,9	4,3	154	4,4
12	112,1	1330	3,3	4,2	153	4,2
13	112,2	1335	2,9	4,0	152	3,9
14	112,0	1307	2,7	4,0	152	4,0
15	112,1	1324	2,9	4,1	153	3,9

c) Feeding proportions (%)

N° of sample	Sulfuric acid			Ammonia		
	Reaction tank	Tubular reactor	Stripping columns	Reaction tank	Tubular reactor	Granulator
1	35	46	19	43	48	9
2	36	46	18	46	49	5
3	36	46	18	44	48	8
4	36	46	18	43	50	7
5	36	46	18	45	49	6
6	36	46	18	45	48	7
7	36	46	18	44	50	6
8	36	46	18	45	49	6
9	36	46	18	45	49	6
10	36	46	18	46	50	4
11	36	46	18	44	49	7
12	36	46	18	45	48	7
13	36	46	18	44	48	8
14	35	47	18	45	48	7
15	35	47	18	44	48	8

d) Chemical - physical properties of product

N° of sample	Nitrogen cont.(%b.w.)	Sulfur cont.(%b.w.)	Free moist. (%b.w.)	pH 1%b.w.	Granulom. (%b.w.)*1	Hardness (%b.w.)*2
1	20,55		0,06			
2	20,55		0,08	3,6	0,3-2,9-88,1-8,7	5,0-5,9-3,7
3	20,46	23,36	0,09			
4	20,59		0,09			
5	20,60		0,11	4,7	0-2,5-89,8-7,7	5,5-9,1-3,8
6	20,55	23,43	0,08			
7	20,52		0,07			
8	20,53		0,09	4,7	0-2,2-87,9-9,9	4,9-5,7-4,3
9	20,57	23,46	0,10			
10	20,59		0,07			
11	20,52		0,09	3,6	0-1,3-88,0-10,7	5,0-5,8-4,0

EP 1 067 093 A1

5	12	20,55	23,50	0,09		
	13	20,55		0,09		
	14	20,52	23,60	0,09	4,3	0,1-2,3-91,1-6,5
	15	20,58		0,09		-

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

10

15

20

Fuel gases temper. (dryer inlet)(°C)	Fuel gases temper. (dryer outlet)(°C)	Product tem. (cooler outlet) (°C)
461	99	
459	100	
482	99	15
481	99	
497	95	
498	101	
476	98	
485	98	15
472	98	
437	99	18
443	101	
482	99	
497	100	
496	101	
484	101	

25

30

35

40

Water	
Reaction tank	Tubular reactor
92	8
89	11
91	9
91	9
90	10
92	8
92	8
92	8
92	8
88	12
90	10
91	9
92	8
92	8
92	8

45

50

55

SGN	UI	Tendency to agglomerate (kg)
261	54	0
268	52	0
286	50	0
282	50	0

EP 1 067 093 A1



3rd EXAMPLE

a) Production rate : 55-65 t/h

b) Operational conditions :

Sulfuric acid concentration : 96,9% b.w.

N° of sample	Reaction temperature (°C)	Liquor density (g/l)	Liquor pH	Tubular reactor pressure	Tub. reactor temperature (°C)	Granulator pH (1%b.w)
1	113,5	1326	2,4	4,5	156	3,8
2	112,6	1328	2,7	4,2	153	4,1
3	112,0	1303	3,7	4,2	153	4,0
4	111,5	1305	4,3	4,3	154	3,9
5	111,7	1323	4,0	4,4	155	4,0
6	112,1	1330	3,6	4,4	155	3,7
7	111,3	1371	4,0	4,3	154	4,0
8	111,0	1350	4,5	4,2	153	3,9

c) Feeding proportions (%)

N° of sample	Sulfuric acid			Ammonia		
	Reaction tank	Tubular reactor	Stripping columns	Reaction tank	Tubular reactor	Granulator
1	39	48	13	45	45	10
2	39	48	13	44	44	12
3	39	48	13	43	46	11
4	40	48	12	44	45	11
5	42	47	11	43	47	10
6	40	46	14	49	43	8
7	41	44	15	43	45	12
8	41	43	16	43	46	11

d) Chemical - physical properties of product

N° of sample	Nitrogen cont.(%b.w.)	Sulfur cont.(%b.w.)	Free moist. (%b.w.)	pH 1%b.w.	Granulom. (%b.w.)*1	Hardness (%b.w.)*2
1	20,44		0,17			
2	20,54		0,10	3,5	0,2-2,8-91,5-5,5	7,6-8,8-6,3
3	20,55	23,26	0,10			
4	20,53		0,08			
5	20,47		0,09	3,6	0-2,6-91,6-5,8	5,8-9,0-4,1
6	20,58	23,30	0,09			
7	20,45		0,10			
8	20,63		0,08	3,7	0-1,3-86,7-12,0	5,1-6,7-3,7

*1 : 1st number : % b.w. granules with diameter greater than 4,5 mm
 2nd number : % b.w. granules with diameter between 4 and 4,5 mm
 3rd number : % b.w. granules with diameter between 2 and 4 mm
 4th number : % b.w. granules with diameter less than 2 mm

*2 : 1st number : average value
 2nd number : maximum value
 3rd number : minimum value

5

Fuel gases temper. (dryer inlet)(°C)	Fuel gases temper. (dryer outlet)(°C)	Product tem. (cooler outlet) (°C)
465	104	27
428	103	
430	101	
460	102	31
460	108	
465	109	
500	106	32
469	105	

10

15

Water	
Reaction tank	Tubular reactor
94	6
94	6
94	6
94	6
93	7
97	3
98	2
99	1

20

25

30

SGN	UI	Tendency to agglomerate (kg)
286	52	0
286	51	0
281	49	0

35

40

Claims

45

1. Production method for granular ammonium sulphate, characterised by the use of a combination of an agitated cylindrical reaction tank and a tubular reactor.

50

2. Product in the form of granular ammonium sulphate, produced according to claim 1, characterised by the fact that it is free-flowing, non-agglomerating and has a minimum ammonium nitrogen title of at least 20.5% by weight.

55

3. Production method as described in claim 1, characterised by the reaction of sulphuric acid of more than 70% concentration by weight with liquid or gaseous ammonia, with the simultaneous addition of recycled water acidified by sulphuric acid, in a cylindrical reaction tank fitted with co-axial agitators and in a serially positioned tubular reactor.

4. Production method as described in claim 3, characterised by the fact that the addition of raw materials and acidified recycled water takes place in both the reaction tank and in the tubular reactor.

EP 1 067 093 A1

5. Production method as described in claim 3, characterised by the fact that the reaction in the cylindrical tank takes place at a temperature of 100-120°C and at normal atmospheric pressure.
- 5 6. Production method as described in claims 3 and 5, characterised by the fact that the reaction in the cylindrical tank takes place at a temperature of approximately 108-115°C and at normal atmospheric pressure.
7. Production method as described in claim 3, characterised by the fact that the liquor produced in the reaction tank has a moisture level of 34-42% by weight and a density of 1260 - 1430 g/l, measured at the reaction temperature.
- 10 8. Production method as described in claims 3 and 7, characterised by the fact that the liquor produced in the reaction tank has a moisture level of 34-42% by weight and an approximate density of from 1290 to 1370 g/l, measured at the reaction temperature.
- 15 9. Production method as described in claim 3, characterised by the fact that the liquor produced in the reaction tank has a pH of from 2.5 to 6.
10. Production method as described in claims 3 and 9, characterised by the fact that the liquor produced in the reaction tank has a pH of approximately 3 to 5.
- 20 11. Production method as described in claim 3, characterised by the fact that the liquor produced in the reaction tank ends up in an intermediate vessel, to which may be added liquid effluents from other production units or other plants and from which it is pumped into a tubular reactor.
- 25 12. Production method as described in claims 3 and 11, characterised by the fact that the reaction in the tubular reactor takes place at a pressure of from 3 to 6 bar and a temperature above 130°C.
13. Production method as described in claims 3 and 12, characterised by the fact that the reaction in the tubular reactor takes place at a pressure of approximately 3.5 to 5 bar and a temperature above 130°C.
- 30 14. Production method as described in claims 3 and 4, characterised by the fact that the liquor from the tubular reactor, with a moisture level of 5 to 12% by weight, is projected into a rotating granulator to which ammonia is added in either liquid or gaseous form.
- 35 15. Production method as described in claim 14, characterised by the fact that the solid product leaving the granulator has a pH, measured in a 1% solution, of 3 to 5 by weight and a moisture level of 2 to 4.5% by weight.
16. Production method as described in claims 14 and 15, characterised by the fact that the solid product leaving the granulator has a pH, measured in a 1% solution, of 3.2 to 4.5 by weight and a moisture level of 2 to 4.5% by weight.
- 40 17. Production method as described in claims 3 and 4, characterised by the fact that the liquid or gaseous ammonia added to the cylindrical reaction tank amounts to 37-55% by weight of the total quantity of ammonia added.
18. Production method as described in claims 3 and 4, characterised by the fact that the liquid or gaseous ammonia added to the tubular reactor amounts to 42-52% by weight of the total quantity of ammonia added.
- 45 19. Production method as described in claims 3, 4 and 14, characterised by the fact that the liquid or gaseous ammonia added to the granulator amounts to 3-11% by weight of the total quantity of ammonia added.
- 50 20. Production method as described in claims 3, 4, 17, 18 and 19, characterised by the fact that the acidified recycled water added to the reaction tank and the tubular reactor is first sprayed through the tail gas stripping columns where it absorbs and neutralises the gaseous ammonia that may have remained in the reaction tank, the tubular reactor and the granulator, turning it into a solution of acidic ammonium sulphate.
- 55 21. Production method as described in claims 3 and 4, characterised by the fact that the sulphuric acid added to the reaction tank amounts to 31-45% by weight of the total quantity of acid added.
22. Production method as described in claims 3 and 4, characterised by the fact that the sulphuric acid added to the tubular reactor amounts to 42-52% by weight of the total quantity of acid added.

EP 1 067 093 A1

23. Production method as described in claims 3, 4 and 20, characterised by the fact that the sulphuric acid added to the stripping columns to capture the tail gases amounts to 10-20% by weight of the total quantity of acid added.
- 5 24. Production method as described in claims 3, 4 and 20, characterised by the fact that the acidified (by sulphuric acid) recycled water that exits the stripping columns and is fed into the reaction tank amounts to 89-95% by weight of the total quantity of recycled water added.
- 10 25. Production method as described in claims 3, 4 and 20, characterised by the fact that the acidified (by sulphuric acid) recycled water that exits the stripping columns and is fed into the tubular reactor amounts to 5-11% by weight of the total quantity of recycled water added
- 15 26. Production method as described in claim 15, characterised by the fact that the product produced in the granulator is dried in a rotary oven with a concurrent flow of exhaust gases, with a temperature of 440-480°C at the entrance to the oven.
- 20 27. Production method as described in claims 15 and 26, characterised by the fact that the product produced in the granulator is dried in a rotary oven with a concurrent flow of exhaust gases, with a temperature at the entrance to the oven that may reach 500°C.
- 25 28. Production method as described in claims 15 and 28, characterised by the fact that the product produced in the granulator is dried in a rotary oven with a concurrent flow of exhaust gases, with an exit temperature of 95-110°C.
29. Production method as described in claims 15 and 28, characterised by the fact that the product produced in the granulator is dried in a rotary oven with a concurrent of flow exhaust gases, with an exit temperature of approximately 98-105°C.
- 30 30. Production method as described in claims 28 and 29, characterised by the fact that the product produced in the granulator is fed into a system of sieves such that at the end of the system at least 90% by weight of the grains have a diameter of between 2 and 4.5 mm.
- 35 31. Production method as described in claim 30, characterised by the fact that the commercial product leaving the sieves is air-cooled on a solid-fluid bed, exiting at a temperature of 10-45°C.
32. Production method as described in claim 31, characterised by the fact that the commercial product leaving the solid-fluid bed is coated with a suitable substance to keep the grains from agglomerating.
33. Production method as described in claim 1 and claims 3 to and including 32, characterised by the fact that the total amount of energy absorbed for a single production line amounts to 30-40 kWh per ton of product.
- 40 34. Production method as described in claim 1 and claims 3 to and including 33, characterised by the fact that the total amount of energy absorbed for a single production line amounts to 1800-2200 kWh per hour of operation.
- 45 35. Production method as described in claims 33 and 34, characterised by the fact that the level of production for a single production line may reach 65t/h.
- 50 36. Product produced according to claims 2 to and including 35, characterised by its nitrogen content of more than 20.5% by weight, entirely in the form of ammonium, and its sulphur content of more than 23% by weight.
37. Product according to claim 36, characterised by its free moisture content, which does not exceed 0.3% by weight.
- 55 38. Product according to claims 36 and 37, characterised by the pH of a 1% solution by weight, which lies between 2.8 and 4.5
39. Product produced according to claims 2, 30 and 36, characterised by the fact that at least 90% by weight of grains have a diameter of between 2 and 4.5 mm.
40. Product according to claim 39, characterised by the fact that 87-95% by weight of grains have a diameter of between 2 and 4 mm.

EP 1 067 093 A1

41. Product according to claims 2 and 36, characterised by the hardness of the grains, which has an average value of 3 kg at least, a maximum value of 5 kg at least, and a minimum value of 2 kg at least.

5 **42.** Product according to claim 41, characterised by the hardness of the grains, which have an average value usually superior to 4 kg, a maximum value usually superior to 5.5 kg, and a minimum value usually superior to 3 kg.

43. Product according to claims 2 and 36, characterised by the flexibility of having a SGN ranging from 200 to 300 and a UI of 50 to 55, according to requirements.

10 **44.** Product according to claims 2 and 36, characterised by its low agglomeration rate, which does not exceed 0.3kg.

45. Product according to claim 44, characterised by the fact that it has no tendency to agglomerate.

15

20

25

30

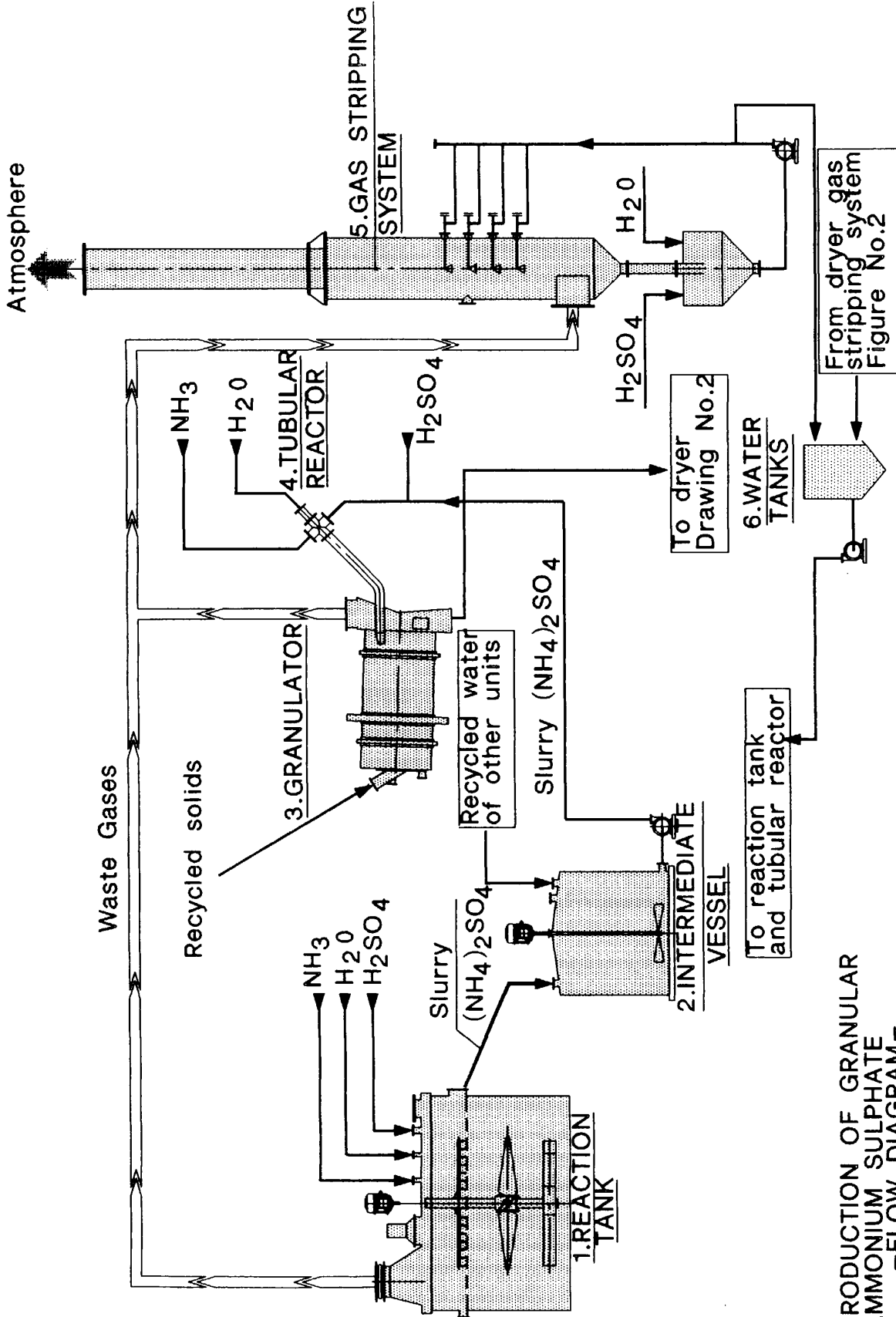
35

40

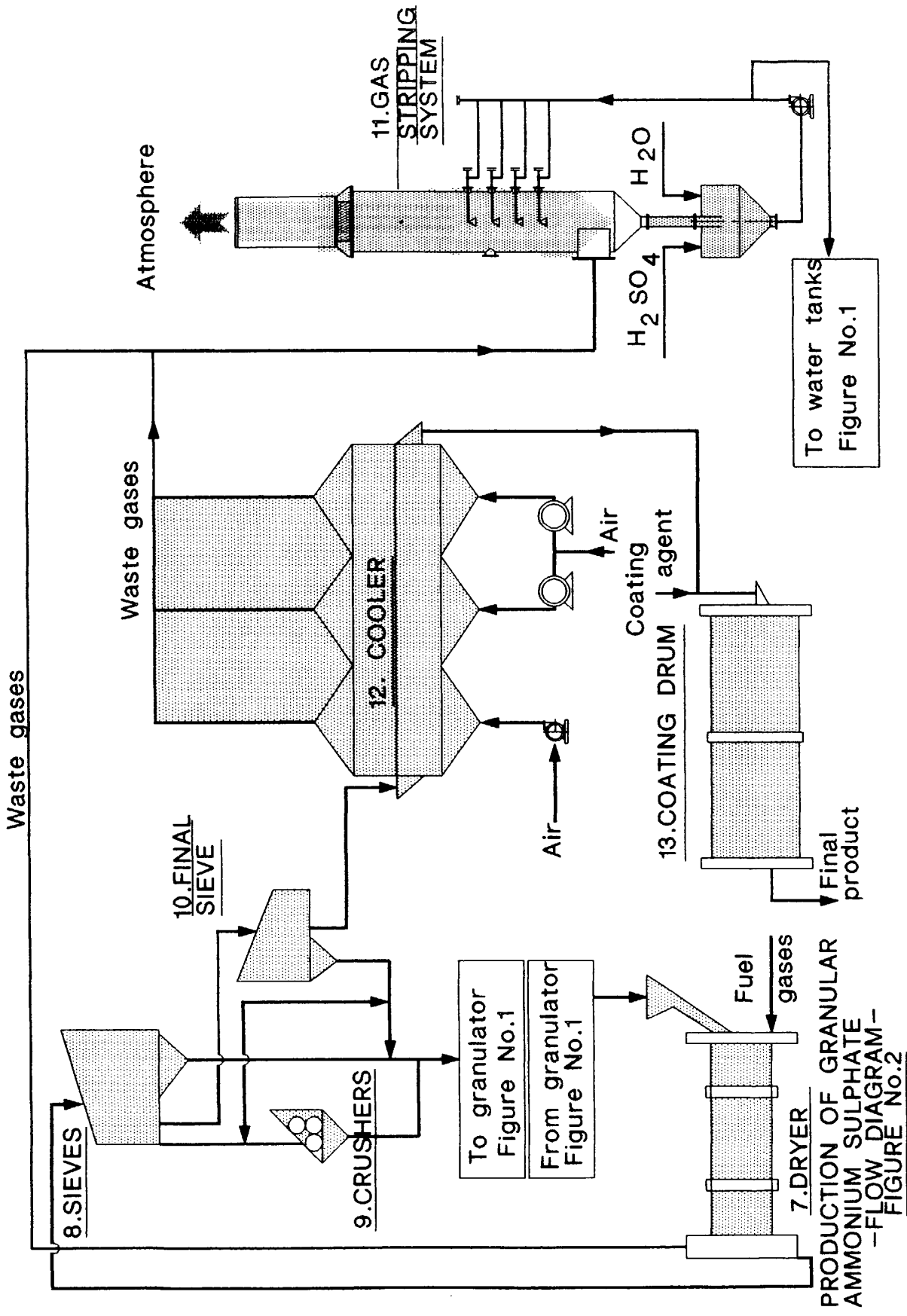
45

50

55



PRODUCTION OF GRANULAR AMMONIUM SULPHATE - FLOW DIAGRAM - FIGURE No.1





European Patent
Office

EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number
EP 00 60 0009

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.7)
X	GB 2 116 159 A (TOYO ENGINEERING CORP;MITSUI TOATSU CHEMICALS) 21 September 1983 (1983-09-21) * page 2, line 40 - line 50; claims; figure *	1	C01C1/248 C01C1/24 C01C1/242
A	---	3-35	
X	ED. H.J. ARPE: "Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry, 4th Edition, volume 7, pages 514 and 521-525" 1974, VCH-VERLAG, WEINHEIM (DE) XP002132376 * paragraph 2.3 * * paragraph 2.2.1 *	2,36-45	
A	---	1,3-35	
A	US 3 464 809 A (HICKS GORDON C) 2 September 1969 (1969-09-02) * the whole document *	1,3-35	
A	---	1,3-35	
A	US 3 351 455 A (BURNS) 7 November 1967 (1967-11-07) * the whole document *	1,3-35	TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.7) C01C
A	WO 93 19826 A (ALLIED SIGNAL INC) 14 October 1993 (1993-10-14) -----		
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search THE HAGUE		Date of completion of the search 13 November 2000	Examiner Zalm, W
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document		T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons & : member of the same patent family, corresponding document	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C01)

ANNEX TO THE EUROPEAN SEARCH REPORT
ON EUROPEAN PATENT APPLICATION NO.

EP 00 60 0009

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned European search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

13-11-2000

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2116159 A	21-09-1983	JP 58145685 A	30-08-1983
		CA 1192413 A	27-08-1985
		DE 3305851 A	01-09-1983
		FR 2521984 A	26-08-1983
		IT 1163116 B	08-04-1987
		NL 8300615 A	16-09-1983
US 3464809 A	02-09-1969	NONE	
US 3351455 A	07-11-1967	NONE	
WO 9319826 A	14-10-1993	DE 69300767 D	14-12-1995
		DE 69300767 T	25-04-1996
		EP 0632738 A	11-01-1995
		ES 2079967 T	16-01-1996
		JP 7505087 T	08-06-1995