



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RESISTENCIA

INGENIERÍA QUÍMICA PROYECTO FINAL - INTEGRACIÓN V

**BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR
DE SORGO DULCE**

DOCENTES:

ING. SIRTORI, NORBERTO
ING. GARCÍA, FABIÁN
ING. SEQUEIRA, DANIEL

AUTORES:

BABICH, PABLO
VALLEJOS, ALEJANDRO

AGOSTO 2022

ABSTRACT:

El siguiente proyecto final plantea el diseño y puesta en marcha de una planta productora de bioetanol anhidro a partir de una materia prima diferente de las actualmente utilizadas en el país, el sorgo dulce. Este grano generalmente es usado para alimento de ganado, pero tiene un potencial importante para la producción de etanol debido a su alto contenido de azúcares. A su vez, es un tipo de cultivo muy resistente a ambientes adversos. Lo que lo hace altamente atractivo para su explotación.

Además, dentro de este trabajo se encuentra un análisis del mercado nacional de biocombustibles y la reglamentación vigente que promueve el uso de estos. Estos factores, en un primer momento, parecen generar un ambiente propicio para este tipo de proyecto. Luego, en el apartado de ingeniería se demuestra, mediante el cálculo y dimensionamiento de los equipos, que con la tecnología existente es posible la producción del etanol a partir de este grano.

Ya al final de este informe, se observa que no es viable la instalación de la planta con las condiciones planteadas. Este resultado no es sorpresa, debido a la falta de expertise de los autores en cuestiones económicas y/o a estimaciones erróneas en el costo de insumos, equipos e inversiones de otro tipo.

Aun así, se logra el cumplir con el espíritu de este trabajo final de grado: aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera, demostrar la capacidad e ingenio de los autores para sentar las bases de la explotación de esta fuente renovable con un gran potencial para la producción de biocombustible.

AGRADECIMIENTOS:

A nuestras familias, por ser nuestro apoyo incondicional durante el transcurso de la carrera.

A nuestros amigos y compañeros, por los momentos compartidos en todo este tiempo, los cuales recordaremos por el resto de nuestras vidas.

A la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, por ser nuestro hogar y brindarnos los recursos para poder formarnos como profesionales.

A los profesores de toda la carrera, por compartir sus conocimientos, experiencias y dotarnos de las herramientas necesarias para poder desempeñarnos como Ingenieros.

Y, finalmente, agradecemos a todas las personas que fueron parte de este camino y nos ayudaron a llegar a nuestra meta.

ÍNDICE

INDICE:

1- Síntesis.....	4
2- Estudio de mercado.....	8
3- Localización.....	29
4- Ingeniería.....	34
5- Organización.....	197
6- Costos.....	204
7- Inversiones.....	224
8- Financiamiento.....	233
9- Resultados.....	235
10- Conclusiones.....	242
Bibliografía.....	244
Anexo Láminas.....	248
Anexo Folletos.....	257

INDICE ANEXOS:

ANEXO LÁMINAS:

<i>Planimetría general – Vista superior de la planta</i>	1
<i>Planimetría general – Vista interior de la planta</i>	2
<i>Área productiva, equipos y conducciones principales – Vista superior</i>	3
<i>Área productiva, equipos y conducciones – Vista transversal</i>	4
<i>Área productiva, equipos y conducciones auxiliares H2O – Vista superior</i>	5
<i>Área productiva, equipos y conducciones auxiliares vapor – Vista superior</i>	6
<i>Plano eléctrico</i>	7
<i>Plano unifilar eléctrico</i>	8
<i>Plano del fermentador diseñado</i>	9

ANEXO FOLLETOS:

<i>Agitadores Industriales</i>	1
<i>Transportadores de sólidos</i>	2
<i>Bombas centrífugas</i>	3
<i>Torre de enfriamiento</i>	4
<i>Compresor centrífugo</i>	5
<i>Válvula reductora</i>	6
<i>Centrifuga</i>	7
<i>Tanques de combustible</i>	8

CAPÍTULO 1: SÍNTESIS

CONSIDERACIONES SOBRE EL PROYECTO:

El presente proyecto es un estudio de prefactibilidad de un emprendimiento industrial que se realiza con objetivos didácticos a los efectos de integrar los conocimientos adquiridos por los alumnos en el trayecto de la carrera y de ejercitar a los alumnos en la aplicación de un esquema de trabajo estructurado. Respecto de un estudio de prefactibilidad real se marcan las siguientes diferencias principales:

- Dado que los alumnos deben aplicar conocimientos adquiridos en las asignaturas de procesos y operaciones se les solicita un tratamiento más profundo en el aspecto de la ingeniería de producción.
- Los temas que no son de la incumbencia de la profesión se tratan con menor profundidad, tal el caso de los estudios de mercado y de comercialización.
- Se hace énfasis en los criterios con que los alumnos aplican los conocimientos adquiridos, a la vez de desarrollar algunos conocimientos nuevos. En los proyectos puede haber errores o faltantes ya que no se pretende una evaluación real.
- Los valores de precios de insumos y productos son estimados y pueden ser diferentes de los reales.
- Los valores de las inversiones (precios de equipos, instalaciones y otros) son estimados, en algunos casos los márgenes de error pueden ser altos.
- Los tiempos de ejecución del proyecto (año= 0) son estimados en algunos casos con posibles márgenes de error altos.
- Por lo tanto, los resultados económicos no pueden tomarse como definitivos.

1 - SÍNTESIS:

1.1 - BREVE RESEÑA DEL PROYECTO:

El proyecto de inversión se basa en el estudio de la factibilidad de instalación de una planta de producción de bioetanol anhidro a partir de sorgo dulce. Con esta materia prima se obtiene un producto de igual calidad que el generado por medio de las fuentes tradicionales utilizadas en el país, brindando un valor agregado a la materia prima de la región.

1.2 - MERCADO, PRODUCCIÓN Y VENTAS:

1.2.1 - ORIENTACIÓN BÁSICA DEL MERCADO A SERVIR:

El bioetanol anhidro procedente de fuentes renovables, en nuestro país, es un producto de demanda intermedia, destinado principalmente al mercado productor dealconaftas, el cual lo utiliza para cortar la nafta y de este modo, obtener un producto más amigable con el medio ambiente.

La totalidad del bioetanol producido será destinado al mercado local, puntualmente a las compañías mezcladoras que se encuentran ubicadas en Barranqueras y Pto. Vilelas.

1.2.2 - VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN PREVISTOS Y PROGRAMA DE PRODUCCIÓN:

La planta iniciará generando 1.060 toneladas anuales de bioetanol anhidro y se consideran aumentos anuales de producción alcanzando, en diez años, el equivalente a 2.126 toneladas, es decir, duplicar la producción en dicho periodo de tiempo.

1.2.3 - FUENTES DE SUMINISTRO ACTUALES DE LOS PRODUCTOS:

Actualmente, en el país existen 18 empresas productoras de bioetanol, de las cuales 12 lo producen en base a caña de azúcar y las 6 restantes lo hacen en base a maíz.

1.3 - FACTIBILIDAD TÉCNICA Y RECURSOS:

1.3.1 - BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:

El proceso productivo de bioetanol anhidro a partir de sorgo inicia con la recepción del cereal. El grano, que llega a la planta transportado por camiones, es descargado y se le realiza una limpieza. Una vez limpio, se transporta, mediante un sistema conjunto de tornillos sin fin y transportadores de cadenas, hacia silos de almacenamiento.

El proceso propiamente dicho inicia con la molienda del grano. El sorgo es alimentado a un molino de martillos donde se reduce su granulometría, hasta obtener harina de sorgo, la cual es enviada hasta tanques de agitación. En estos,

la harina se mezcla con agua y posteriormente es sometida a una operación de cocción y licuefacción, con el fin de exponer el almidón que contiene.

Acto seguido, la mezcla es transportada a grandes tanques con el fin de convertir el almidón en glucosa, mediante la adición de glucoamilasa y, posteriormente, someter la mezcla a un proceso fermentativo, mediante la acción de una levadura específica, *Saccharomyces cerevisiae*, la cual fermenta la glucosa transformándola en etanol y desprendiendo dióxido de carbono.

El CO₂ desprendido es captado, tratado y vendido como subproducto. Mientras que la corriente remanente de la etapa de sacarificación y fermentación, denominada mosto, es centrifugada para separar los sólidos presentes en la misma y, posteriormente, continua su camino a través de un proceso de purificación.

Esta purificación se lleva a cabo mediante la utilización de dos columnas de destilación, donde se separan la mayoría de los constituyentes que acompañan al bioetanol, y un proceso de deshidratación, por medio de un tamiz molecular, el cual retiene el remanente final de agua, obteniendo de este modo bioetanol anhidro.

1.3.2 - DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA, MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y TRANSPORTES:

Como se mencionó, el proceso requiere de sorgo para la generación de bioetanol, por ende, la planta se ubicará sobre una importante línea de abastecimiento nacional y, paralelamente, en las cercanías de las plantas generadoras de alconaftas.

El proceso también requiere de servicios auxiliares a base de energía eléctrica, agua potable, servicios de telefonía e internet, reservorio hídrico y desagües pluviales y cloacales.

También, el proceso requiere mano de obra calificada para el área de ingeniería, calidad, administración y marketing. Asimismo, se requieren operarios con nivel de educación básica.

1.3.3 - LOCALIZACIÓN PREVISTA:

La ubicación elegida para instalar la industria es la provincia del Chaco. En vista de los resultados obtenidos a partir del análisis cualitativo por puntos, donde se tuvieron en cuenta distintos factores como la disponibilidad de la materia prima, distancia a los centros de distribución y fuentes de servicios auxiliares, se destaca como mejor opción instalar la planta dentro del Parque Industrial Puerto Tirol.

1.4 - MONTO DE INVERSIONES Y RESULTADOS ESPERADOS:

1.4.1 INVERSIONES TOTALES DEL PROYECTO:

Se requiere una inversión inicial de AR\$ 275.009.363

CALENDARIO DE INVERSIONES			
COSTO	TOTAL ACTIVOS FIJOS (AR\$)	INC. ACTIVOS DE TRABAJO (AR\$)	TOTAL INVERSIONES (AR\$)
AÑO 0	273.849.394	1.159.969	275.009.363
AÑO 1	11.364.160	26.110.319	37.474.480
AÑO 2 Y SIG.		14.820.906	14.820.906
TOT. PERIODO ANALISIS	285.213.554	42.091.194	327.304.748

Tabla 1: síntesis de calendario de inversiones - Fuente: elaboración propia

1.4.2 - RENTABILIDAD DEL PROYECTO:

ANÁLISIS ECONÓMICO	
VAN (AR\$)	-2.729.465.072,26
VAN PROPIO (AR\$)	-8.088.800.222,16
TIR	No aplica
TOR	No aplica
EFFECTO PALANCA	TIR / TOR : No aplica

Tabla 2: síntesis del análisis económico del proyecto
Fuente: elaboración propia

Al no poder determinar la tasa interna de retorno total, ni la tasa interna de retorno sobre capital propio durante el periodo de análisis, no es posible determinar el índice de palanca y, por lo tanto, no se puede evidenciar si es conveniente o no realizar las inversiones con créditos o simplemente con capital propio.

Todos los resultados obtenidos permiten afirmar que el proyecto no es rentable para el período de análisis y para las condiciones planteadas, ya que las inversiones requeridas, sumadas a los costos operacionales directos e indirectos de producción superan los ingresos generados.

1.4.3 - FINANCIAMIENTO PREVISTO:

La inversión a realizar estará compuesta por capital propio y por capital externo, aportado por el Banco Mundial, el cual realiza operaciones de préstamos en actividades relevantes para la bioeconomía en los ámbitos de políticas económicas, gestión del ambiente y recursos naturales.

El monto del crédito es de AR\$ 84.991.109 y el plazo para saldar dicha deuda es de 9 años, con una tasa nominal anual del 20% bajo sistema de amortización alemán, contando con un período de gracia de 24 meses.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO		
CONCEPTO	MONTO	PORCENTAJE (%)
CAPITAL PROPIO	190.018.254	69%
CAPITAL BANCARIO	84.991.109	31%
TOTAL	275.009.363	100%

Tabla 3: fuentes de financiamiento - Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE MERCADO

2 - ESTUDIO DE MERCADO Y DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO:

2.1 - BIEN A PRODUCIR: bioetanol anhidro a partir de sorgo.

2.1.1 - DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO A PRODUCIR:

El bioetanol es un alcohol etílico que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro, inflamable, con sabor a quemado y con un olor agradable característico. Es un compuesto relativamente no tóxico, anticorrosivo y oxidante, el cual al mezclarse con agua en cualquier proporción genera una mezcla azeotrópica.

Es obtenido a partir de la fermentación de cierto tipo de material orgánico, como la materia vegetal con alto contenido en celulosa o azúcares.

El etanol y el bioetanol son químicamente indistinguibles, ambos presentan las mismas propiedades. Las dos diferencias que presentan entre si son la composición isotópica de los átomos de carbono, la cual solo puede evidenciarse mediante datación por radiocarbono y su fuente de origen. El etanol sintético proviene de materiales fósiles brutos, mientras que el bioetanol de la fermentación proviene de material orgánico.

El bioetanol tiene una gran demanda por parte de industrias elaboradoras de productos farmacéuticos, bebidas alcohólicas, productos alimenticios de cocina como vinagres y acetos.

Pero la mayor demanda se da por parte de refinerías, las cuales tienen la obligación, por ley, de cortar las naftas con bioetanol con el fin de entregar un producto menos nocivo con el medio ambiente. Es este el motivo por el cual el presente proyecto abordará la posibilidad de producción de bioetanol, con el fin de suplir la demanda que poseen dichas refinerías.

2.1.2 - PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y TERMODINÁMICAS:

Propiedad	
Formula	C ₂ H ₆ O, CH ₃ CH ₂ OH
Peso molecular	46.07 g/mol
Composición	C: 52.24%; H: 13.13% y O: 34.73% (% mol)
Estado de agregación	Líquida
Color	Incoloro
Punto de ebullición	78.3°C
Punto de fusión	-130°C
Índice de refracción (a 20°C)	1.361
Densidad	0.7893 a 20°C.
Presión de vapor	59 mm de Hg a 20°C
Densidad de vapor	1.59 g /mL
Temperatura de ignición	363°C
Punto de inflamación (Flash Point)	12°C (al 100%), 17°C (al 96%), 20°C (al 80%), 21°C (al 70%), 22°C (al 60%), 24°C (al 50%), 26°C (al 40%), 29°C (al 30%), 36°C (al 20%) y 49°C (al 10%)
Límites de explosividad	3.3 - 19%
Punto de congelación	-114.1°C
Calor específico (J/g°C)	2.42 (a 20°C)
Temperatura de autoignición	793°C
Conductividad térmica (W/mK)	0.17 (a 20°C)
Momento dipolar	1.699 debyes
Constante dieléctrica	25.7 (a 20°C)
Solubilidad	Miscible con agua en todas proporciones, éter, metanol, cloroformo y acetona.
Temperatura crítica	243.1°C
Presión crítica	63.116 atm
Volumen crítico	0.167 L/mol
Tensión superficial (dina/cm)	231 (a 25°C)
Viscosidad (cP)	1.17 (a 20°C)
Calor de vaporización en el punto normal de ebullición (J/g)	839.31
Calor de combustión (J/g)	29677.69 (a 25°C)
Calor de fusión (J/g)	104.6
Acidez (pKa)	15.9

Tabla 4: propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del bioetanol – Fuente: Universidad de Sonora (México)

2.1.3 - NIVEL DE CALIDAD Y NORMAS QUE DEBE CUMPLIR:

El bioetanol que deberá ser mezclado en un porcentaje del doce por ciento medido sobre la cantidad total del producto final, con el combustible líquido caracterizado como nafta, en los términos del Artículo 8° de la Ley 26.093, deberá cumplir en su composición con las siguientes especificaciones:

Grupo I:

PROPIEDAD	MÉTODO	VALOR
Densidad a 20° c, g/ml, máximo	ASTM D-4052 (*)	0.7915
Etanol - más C3-05 AS % vol, mínimo	ASTM D-5501-IRAM 14651 (**)	99
Alcoholes superiores C3-05, % vol, máximo	ASTM D-5501	2
Metanol, % vol, máximo	ASTM D-5501	0,4
Agua, % vol., máximo	ASTM E203	0,6
Acidez Total (como Acético) mg/litro	ASTM D-1613	30
Apariencia	Visual	Límpido sin materiales en suspensión
Conductividad Eléctrica, uS/m, máximo	ASTM D-1125	500
Azufre, ppm, p/p, máximo	ASTM D-5453	10
Benzoato de Denatonio ppm, p/p mínimo	Espectrofotometría de absorción UV a 410 nm	10

Tabla 5: especificaciones del bioetanol - Fuente: Ley 26.093 (artículo 8)

Los resultados de los ensayos del grupo I serán obligatorios para la liberación de las partidas de bioetanol con destino a la mezcla del combustible caracterizado como nafta.

Grupo II:

PROPIEDAD	MÉTODO	VALOR
Cobre, mg/kg, máximo	ASTM D-1688	0,1
Sulfatos ppm, p/p, máximo	ASTM D 7318/7319/7328	4
Gomas lavadas mg/l, máximo	ASTM D-381	50

Tabla 6: especificaciones del bioetanol - Fuente: Ley 26.093 (artículo 8)

Los resultados de los ensayos del grupo II serán controlados periódicamente a los efectos de la información estadística y podrán ser requeridos en cualquier momento por la autoridad de aplicación.

- **Aspecto y color:** permiten evaluar la presencia de impurezas provenientes del proceso productivo o del transporte, así como la contaminación con otros productos o herrumbre.
- **Acidez total:** propiedad que debe ser controlada pues refleja el poder corrosivo del etanol. Puede causar daños a los componentes del automóvil. Este parámetro debe ser evaluado, pues si el proceso fermentativo no es interrumpido adecuadamente después de la formación del etanol, este se oxidará transformándose en ácido acético.
- **Conductividad:** propiedad directamente relacionada con la cantidad de iones presentes en el bioetanol. Cuantos más iones tenga, más conductor será el AEAC (alcohol etílico anhidro combustible), que puede ser más corrosivo y/o agresivo a los materiales del circuito de distribución del combustible en el automóvil.
- **Masa específica:** es una medida indirecta de la proporción agua:alcohol existente en el combustible. Si es elevada puede indicar gran cantidad de

agua, mientras que, si es muy baja, indica la presencia de componentes livianos, como metanol y aldehídos, los cuales pueden causar más polución al medio ambiente.

- **Grado de iones férricos y cloruros:** la presencia de estos iones aumenta la conductividad del AEAC y refleja el poder corrosivo del bioetanol, especialmente el cloruro, que es muy agresivo ante los aceros utilizados en los motores y otras piezas en contacto con el combustible. El ion hierro delata la presencia de óxido de hierro, debido a los procesos corrosivos en equipos, líneas de transporte y almacenamiento. Puede causar obstrucciones en las partes móviles de los motores.
- **Grado de los iones de cobre:** de especial importancia, dado que muchos equipos de fermentación y destilación del bioetanol pueden ser confeccionados en cobre, metal que es fácilmente transportado por el AEAC. Cuando es agregado a la gasolina, catalizará las reacciones de oxidación de la formación de goma, que es un material de carácter polimérico, capaz de depositarse, obstruir filtros y el circuito de distribución de combustible.

2.1.4 - TIPOS DE ENVASES:

El bioetanol, al ser un bien intermedio no necesita de envases de tipo primario y/o secundario para realizar su almacenamiento, distribución y venta. Tras el proceso de producción, este bien es almacenado en tanques y distribuido en camiones de tipo cisterna.

2.1.5 - SUBPRODUCTOS, DESTINO Y MERCADOS ASOCIADOS:

Los dos subproductos que derivan del proceso de obtención del bioetanol son los granos de destilería y dióxido de carbono.

Los granos de destilería son el principal subproducto de la producción de bioetanol a base de cereales, siendo estos los que definen las características nutricionales del subproducto.

Es un desecho sólido obtenido de la fermentación y es una excelente fuente energética y proteica para el ganado.

Existe una alta demanda de estos granos, ya que es ideal para dietas de acostumbamiento o para bajar la concentración de almidón en las raciones del ganado bobino, por lo que se puede destinar a consumo en feedlots.

Mientras que, el dióxido de carbono se genera tras el proceso fermentativo. Normalmente las plantas de mayor capacidad de producción son las que procesan y aprovechan dicho gas, mientras que las de menor capacidad de producción no se realizan dichas inversiones. Es este el motivo por el cual se debería evaluar mediante un análisis económico si se justifica la inversión necesaria para aprovechar el CO₂.

Este gas es requerido por las industrias generadoras de productos gasificados como las gaseosas, las cuales utilizan el CO₂ como agente gasificante, por lo que este será su principal destino.

2.1.6 - MERCADO CONSUMIDOR DEL BIEN Y TIPO DE BIEN:

El principal mercado consumidor de bioetanol en el país es el generador de alconaftas. Estas se producen en empresas mezcladoras autorizadas por la “Secretaría de Energía de la Nación”, por lo que es un producto que cumple la función de bien intermedio.

Pero también puede cumplir la función de un bien de demanda final, ya que este puede ser usado del mismo modo que la nafta en automóviles de motor “flex fuel” de forma pura. También puede ser usado en la industria química, farmacéutica, o también en calderas con objetivo de generación eléctrica, siendo entonces un producto final que puede sustituir los combustibles derivados del petróleo.

Sin embargo, en este presente trabajo consideramos al bioetanol solo con el fin de ser usado en la elaboración de alconaftas, por lo que cumple la función de un bien de demanda intermedia.

2.1.7 - BIENES COMPLEMENTARIOS:

Generalmente, al bioetanol se lo utiliza mezclado con nafta, formando las alconaftas, por lo que esta es su bien complementario.

La nafta es una mezcla de hidrocarburos alifáticos derivados del petróleo que se utiliza como combustible en motores de combustión interna con encendido por chispa convencional o por compresión.

2.1.8 - BIENES COMPETITIVOS:

En la Argentina, no existe un producto que compita con el bioetanol, ya que no se utiliza otro bien intermedio que no sea este para generar alconaftas.

2.2 - MERCADOS PREVISTOS:

2.2.1 - ÁMBITO DE ANÁLISIS:

El proyecto está destinado a abastecer a industrias mezcladoras de nafta a nivel nacional, debido a lo establecido por la ley 26.093, que regula y promueve la producción de biocombustibles en la República Argentina.

2.2.2 - ANÁLISIS HISTÓRICO DEL MERCADO:

La producción de bioetanol en el mundo está mayormente concentrada en Estados Unidos y Brasil. En estos últimos años, estos dos son los países que más esfuerzos han realizado para maximizar el uso de esta energía renovable en los vehículos.

Aproximadamente un 57% de la producción mundial proviene de Estados Unidos. En segundo lugar, Brasil representa otra gran parte de la producción de bioetanol con un 28%, siendo líder mundial en la producción de bioetanol de caña.

Mientras que Argentina, en comparación con estos dos, solo genera el 1,1% de bioetanol a nivel mundial.

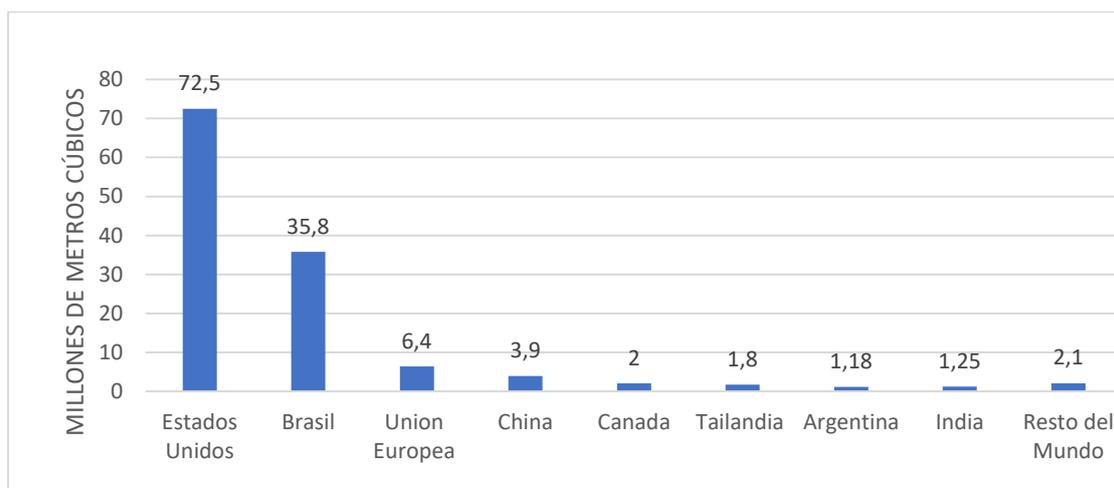


Figura 1: producción de bioetanol a nivel mundial - Fuente: elaboración propia

En Argentina, luego de las leyes dispuestas en el año 2006/2007 sobre el corte obligatorio en las naftas, se pudo apreciar un notable crecimiento de esta industria.

Entre los años 2009 y 2011, la producción de bioetanol ha pasado de poco más de 23.000 m³ anuales a poco más de 173.623 m³, lo cual corresponde a un crecimiento del 645%.

En el año 2018 se produjo 1.113.781 m³ de bioetanol, mientras que para fines del 2019 se estima una producción anual de 1.200.000 m³ en la República Argentina.

(*): Dato provisorio

PERIODO	PRODUCCIÓN (m3)
2009	23.297
2010	124.930
2011	173.623
2012	250.489
2013	472.380
2014	671.121
2015	815.408
2016	889.945
2017	1.105.107
2018	1.113.781
2019 (*)	1.187.324

Tabla 7: producción de bioetanol nacional en los últimos 10 años - Fuente: elaboración propia

2.2.2.1 - VOLUMEN FÍSICO PRODUCIDO:

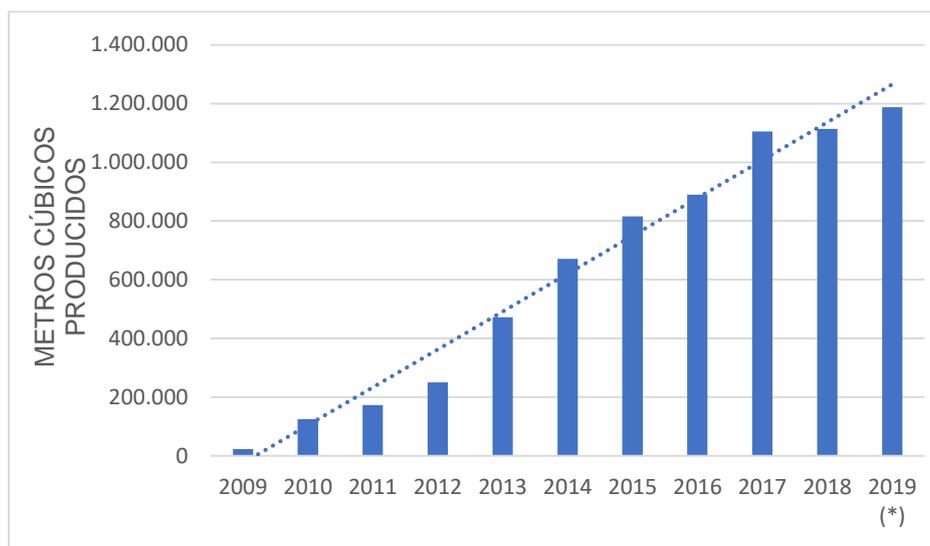


Figura 2: producción de bioetanol en la última década - Fuente: Secretaría de Energía de la Nación

2.2.2.2 - EVOLUCIÓN DE PRECIOS EN ARGENTINA:

PERIODO	PRECIO (AR\$/litro)	PERIODO	PRECIO (AR\$/litro)
1er semestre 2009	2,18	2do semestre 2014	7,42
2do semestre 2009	2,36	1er semestre 2015	7,91
1er semestre 2010	2,64	2do semestre 2015	8,54
2do semestre 2010	2,87	1er semestre 2016	10,63
1er semestre 2011	3,09	2do semestre 2016	12,93
2do semestre 2011	3,8	1er semestre 2017	13,8
1er semestre 2012	4,2	2do semestre 2017	15,03
2do semestre 2012	4,76	1er semestre 2018	19
1er semestre 2013	5,09	2do semestre 2018	19,42
2do semestre 2013	5,77	1er semestre 2019	21,92
1er semestre 2014	7	2do semestre 2019	29,1

Tabla 8: Evolución de precios de bioetanol en los últimos 10 años – Fuente: Secretaría de la Nación Argentina

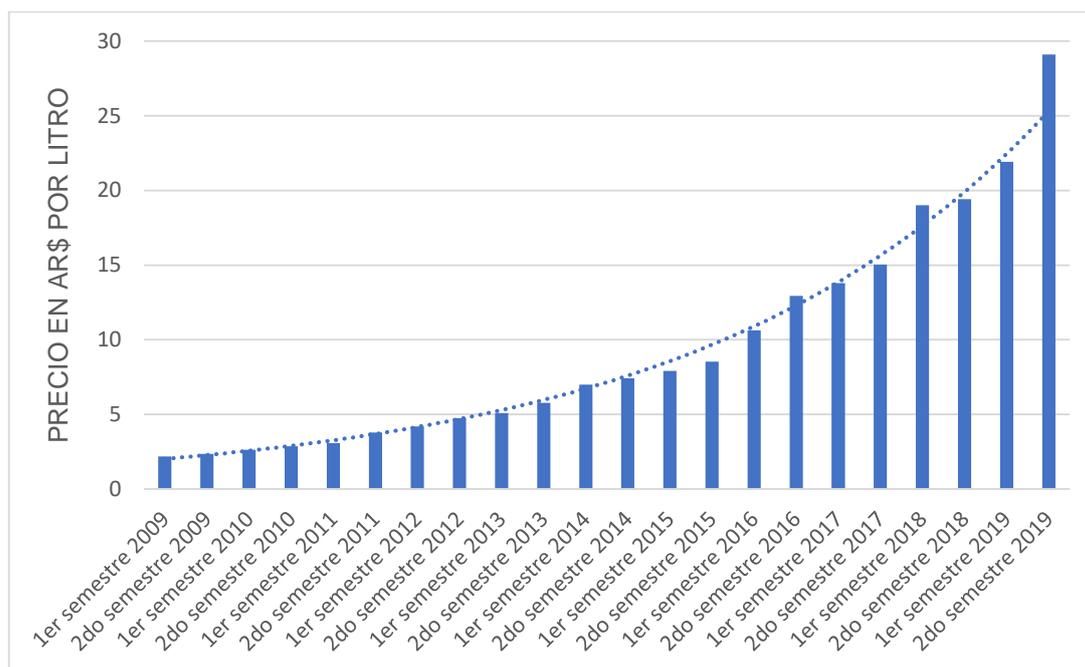


Figura 3: Evolución de precios de bioetanol en los últimos 10 años - Fuente: Secretaría de energía de la Nación

2.2.2.3 - IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES:

Actualmente no se importa bioetanol a la República Argentina. Esto es producto de la ley 26.093, que tiene como fin promover la producción interna de este bien en el país y el consumo del mismo por parte de las empresas mezcladoras que residen en él.

Con respecto a las exportaciones, solo un porcentaje minúsculo de la producción de bioetanol en la Argentina es exportado, siendo la Unión Europea el principal destino de dichas exportaciones nacionales, producto del “Acuerdo de Asociación Estratégica con la Unión Europea” que concretó el Mercosur.

2.2.2.4 - DEMANDA INSATISFECHA:

Durante el transcurso del 2019, no existió demanda insatisfecha por parte de las refinerías de combustibles. Según datos de la “Secretaría de Energía de la Nación”, en el 2019 la producción de nafta en la Argentina fue de 9.150.000 m³, cuyo 12% de bioetanol correspondiente se encontraba por debajo de lo producido en el corriente año.

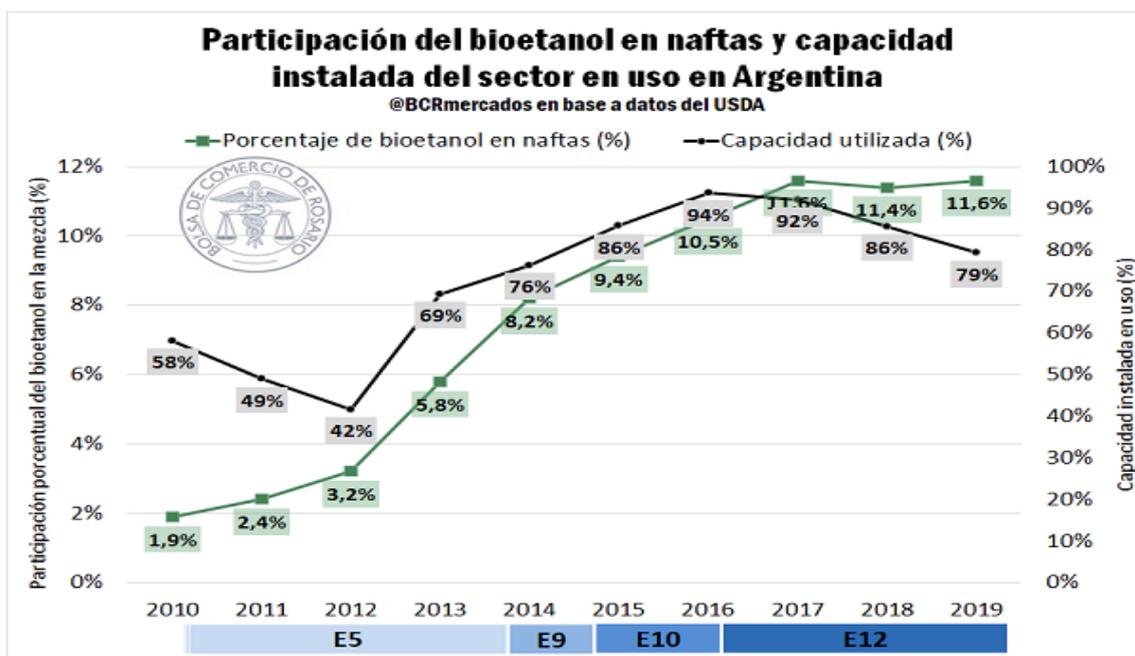


Figura 4: participación de bioetanol en naftas y capacidad instalada en Argentina - Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario

En el país, la participación porcentual del bioetanol se mantiene en niveles similares desde el año 2017. Sin embargo, el uso de la capacidad instalada se redujo, desde 92,5% en 2017 al 79% en 2019.

El aumento de la capacidad ociosa se debe a la incorporación de cinco refinerías que incrementaron en un 16,7% la capacidad instalada nacional pero cuya habilitación no estuvo acompañada de un incentivo de demanda para el bioetanol. Por otro lado, las posibilidades de orientar al sector hacia el mercado externo son escasas en el corto plazo ya que el mercado estadounidense no es una opción y la Unión Europea continúa limitando la entrada del bioetanol por volumen y precio.

2.2.2.5 - PRINCIPALES PRODUCTORES Y CAPACIDAD INSTALADA:

La provincia de Córdoba es la principal productora a nivel país, acaparando un 39% del producto. Esta provincia elabora el biocombustible utilizando maíz como materia prima en tres empresas situadas en las localidades de Alejandro Roca, Río Cuarto y Villa María.

En segundo lugar, se ubica Tucumán, que aporta el 25% de la producción a nivel país, contando con ocho firmas que elaboran bioetanol localizadas en Aguilares, Concepción, Faimallá, La Florida, Leales, León Rouges y Villa la Trinidad, las cuales utilizan a la caña de azúcar como materia prima.

El tercer lugar lo ocupa Salta, produciendo el 13% del total, también en base a caña de azúcar. En esta provincia hay tres empresas, ubicadas una en Campo Santo y los dos restantes en El Tabacal.

El 10% del bioetanol producido en Argentina es aportado por Jujuy, mediante dos compañías ubicadas en La Mendieta y Ledesma, también procesando caña de azúcar.

En la provincia de San Luis, su parte, elabora el 8% del total, en una sola empresa localizada en la ciudad capital de la provincia que produce bioetanol en base a maíz.

Por último, y aportando un 6% de la producción nacional, se encuentra la provincia de Santa Fe, en donde opera una sola firma localizada en la ciudad de Avellaneda que genera bioetanol a base de maíz.

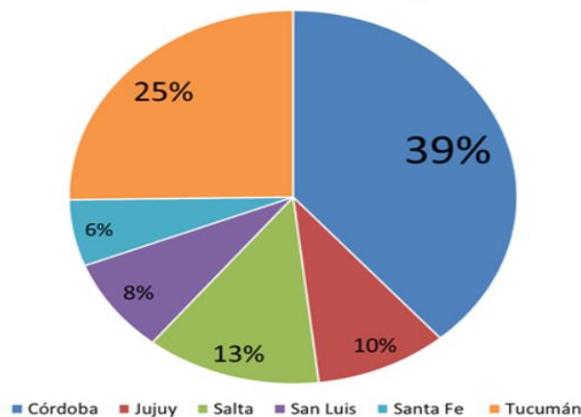


Figura 5: Distribución de producción de bioetanol por provincias - Fuente: Secretaría de Energía de la Nación

Actualmente, en el país existen 18 empresas que producen bioetanol, de las cuales 12 lo producen en base a caña de azúcar y las 6 restantes lo hacen en base a maíz. En conjunto, su capacidad instalada es del orden de 1,8 millones de m³ anuales, computando algunas ampliaciones de planta en curso.

En los siguientes gráficos se listan todas las empresas productoras, localidad en la cual se encuentran ubicadas, insumo utilizado y cantidad total de bioetanol producido en el año 2018.

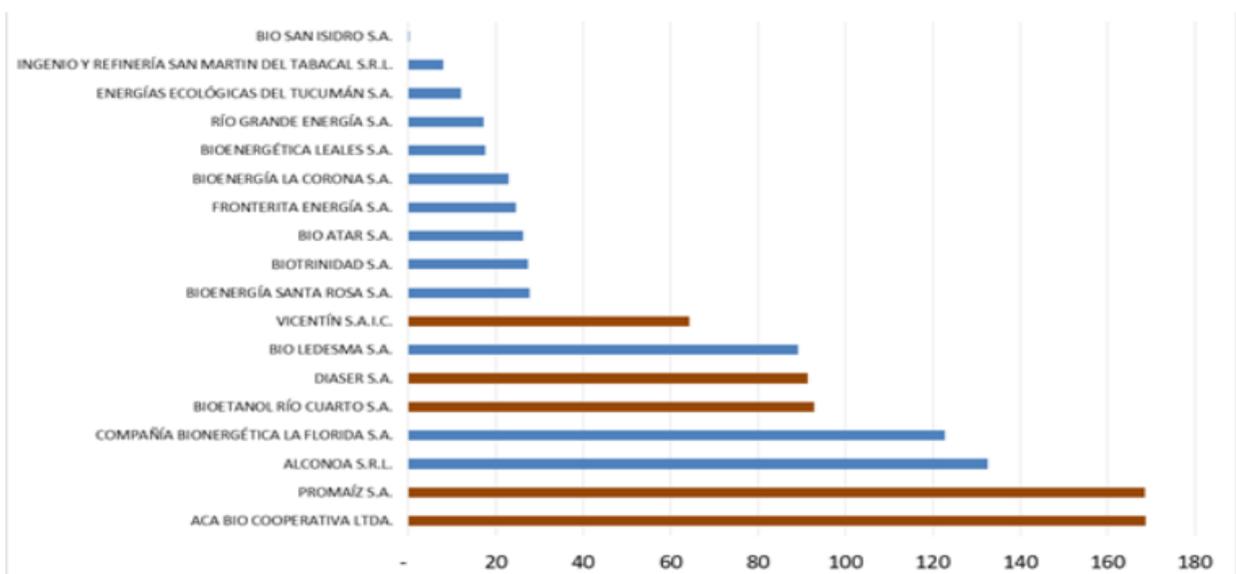


Figura 6: Distribución de producción de bioetanol por empresa - Fuente: Secretaría de Energía de la Nación

Empresa	Producción(m³)	Insumo	Provincia	Localidad
ACA BIO COOPERATIVA LTDA.	168.778	Maíz	Córdoba	Villa María
PROMAÍZ S.A.	168.487	Maíz	Córdoba	Alejandro Roca
ALCONCA S.R.L.	132.606	Caña de Azúcar	Salta	El Tabacal
COMPAÑÍA BIONERGÉTICA LA FLORIDA S.A.	122.747	Caña de Azúcar	Tucumán	La Florida
BIOETANOL RÍO CUARTO S.A.	92.787	Maíz	Córdoba	Río Cuarto
DIA SER S.A.	91.381	Maíz	San Luis	San Luis
BIO LEDESMA S.A.	89.157	Caña de Azúcar	Jujuy	Ledesma
VICENTÍN S.A.I.C.	64.185	Maíz	Santa Fe	Avellaneda
BIOENERGÍA SANTA ROSA S.A.	27.699	Caña de Azúcar	Tucumán	León Rouge
BIOTRINIDAD S.A.	27.323	Caña de Azúcar	Tucumán	Villa La Trinidad
BIO ATAR S.A.	26.215	Caña de Azúcar	Tucumán	Concepción
FRONTERITA ENERGÍA S.A.	24.543	Caña de Azúcar	Tucumán	Famaillá
BIOENERGÍA LA CORONA S.A.	22.857	Caña de Azúcar	Tucumán	Concepción
BIOENERGÉTICA LEALES S.A.	17.614	Caña de Azúcar	Tucumán	Leales
RÍO GRANDE ENERGÍA S.A.	17.248	Caña de Azúcar	Jujuy	La Mendieta
ENERGÍA S ECOLÓGICA S DEL TUCUMÁN S.A.	11.980	Caña de Azúcar	Tucumán	Aguilares
INGENYO Y REFINERÍA SAN MARTIN DEL TABACAL S.R.L.	7.908	Caña de Azúcar	Salta	El Tabacal
BIO SAN ISIDRO S.A.	265	Caña de Azúcar	Salta	Campo Santo

Tabla 9: Distribución de producción de bioetanol por empresa - Fuente: Secretaría de Energía de la Nación

2.2.2.6 - PRINCIPALES CONSUMIDORES:

Como el presente proyecto se aboca a suplir la demanda de empresas mezcladoras de combustibles, solo se tomarán en cuenta a dichos consumidores.

Las empresas encargadas de realizar la mezcla de combustibles fósiles con biocombustibles que están autorizadas por la "Secretaría de energía de la Nación" son:

Nº REGISTRO	CUIT	EMPRESA	DIRECCIÓN
1	30-54668997-9	YPF S.A.	- Ruta Nac. 19 Km 19 - Montecristo - Córdoba
			- Ruta Prov. 87 Km 10 - Lujan de Cuyo - Mendoza
			- Ruta Nac. 11 Km 332,5 - San Lorenzo - Santa Fe
			- Ruta Nac. 7 y ruta 188 - Junín - Buenos Aires
			- Ruta 22 Km. 1322 - Plaza Huincul - Pcia. De Neuquén
			- Avenida Mosconi 600 - Barranqueras - Pcia. De Chaco
			- Av. Del Petróleo Argentino Y Calle 129 - Berisso - Pcia. De Buenos Aires
			- Ruta 21 Y Av. Cristiania - Gregorio De Laferrere - Pcia. De Buenos Aires
			- Baradero 777 - Ensenada - Pcia. de Buenos Aires
			- Calle Rizzo y Ereño - Concepción del Uruguay - Provincia de Entre Ríos
3	30-50672680-4	SHELL C.A.P.S.A.	- Ruta Nac. Nº 7 Km. 702 - Villa Mercedes - Provincia de San Luis
			- Av. Genova s/Nº - Dock Sud - Provincia de Buenos Aires
			- Dorrego y Diamante - Dique II - Pto. Santa Fe - Santa Fe
7	30-55025533-9	DESTILERÍA ARGENTINA DE PETRÓLEO S.A.	- Moisés Lebenshon y Río Paraná - Pto. Vilelas - Chaco
21	30-65823369-2	REFINOR S.A.	- Ruta 21 km 276 - Arroyo Seco - Santa Fe
88	30-70716578-9	NEW AMERICAN OIL S.A.	- Sto. Ponce S/N - Dock Sud - Buenos Aires
93	30-59676058-5	Energía Derivados del Petróleo S.A.	Sargento Ponce S/N (1871) Dock Sud - Buenos Aires
310	30-71215690-9	REFIPAMPA S.A.	Ruta Pcial 302- Banda del Rio Salí- Tucumán
338	30-70083497-9	TRAFIGURA ARGENTINA S.A.	Bouchard 468 Piso 1 "A" (1106) C.A.B.A.
345	30-69345696-3	PETROIL PETRÓLEO Y DERIVADOS S.A.	Av. Pte. Roque Sáenz Peña 846 Piso 5º of 503
364	30-71469345-6	DIVERSE FUELS S.A.	Ruta 7 Km 262.700 - Junín - Pcia. de Buenos Aires
365	30-69554247-6	PAN AMERICAN ENERGY LLC, SUCURSAL ARGENTINA	Rodríguez Peña 660, 2º piso, C.A.B.A
			Juana Manso 205, 7º Piso, C.A.B.A
			Alicia Moreau De Justo 1720 1º A (Cp 1107), Ciudad Autónoma De Buenos Aires.
379	30-71605877-4	Novum Energy S.A.	- Av. 18 de Julio S/N - Puerto Galván - Buenos Aires
			- Av. Ing. Emilio Mitre 574 - Campana - Buenos Aires
			- General Moscon 3898 - Pto. San Lorenzo - Santa Fe
			- Castiglioni 2235 - Barrio Jacarandá UF 42 - Partido de Tigre - Provincia de Buenos Aires

Tabla 10: Empresas mezcladoras habilitadas año 2019 - Fuente: Secretaría de Energía de la Nación

2.2.2.7 - SISTEMAS ACTUALES DE COMERCIALIZACIÓN:

La venta del producto se realizará por medio de un depósito adelantado por parte de las empresas mezcladoras. Esto consiste en depositar o transferir en una cuenta bancaria de la empresa, el total del monto del producto creándose así la "bolsa", necesaria para crear la orden de provisión.

Para que ingrese un camión transportador de tipo cisterna, el encargado de cargar el producto para la empresa mezcladora debe tener la orden de provisión correspondiente.

2.2.2.8 - DISPOSICIONES OFICIALES QUE RIGEN LA PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN, USOS Y PRECIO DEL BIEN:

En los artículos de la ley 26.093 y sus resoluciones se establecen las condiciones mínimas y la correspondiente habilitación de plantas tanto productoras como mezcladoras de biocombustibles con combustibles fósiles en la República Argentina. Esta ley fija el porcentaje de corte (12% actualmente), los volúmenes anuales de producción y las especificaciones de calidad que el bioetanol deberá cumplir a fin de satisfacer el mercado interno para la mezcla con combustibles. También establece las pautas específicas para el abastecimiento del mercado de combustibles, indicando el régimen de regulación, promoción de producción,

uso y determina un procedimiento para establecer el precio de adquisición de bioetanol.

2.2.2.9 - INFLUENCIA DEL TRATADO DEL MERCOSUR EN EL MERCADO INTERNO. SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA:

El 28 de Junio de 2019, el Mercosur logró concluir las negociaciones para la firma de un “Acuerdo de Asociación Estratégica con la Unión Europea”, culminando de este modo un proceso de negociación que se extendió durante más de 20 años. Dicho acuerdo comercial incluye, entre otros productos, la exportación de 650.000 toneladas de etanol anuales desde países sudamericanos. En el texto del acuerdo referido al bioetanol, se acuerda que la Unión Europea importará 450.000 toneladas libres de impuestos para usos químicos, es decir, para fines distintos al de su utilización en el transporte a partir de productos como disolventes, desinfectantes, bioplásticos o cosméticos. Dicha partida estará aportada por todos los países que conforman el Mercado Común del Sur, pero será Brasil quien realizará el mayor aporte. Además de esta partida anual, el acuerdo permite la entrada desde Mercosur de 200.000 toneladas para todos los usos, incluido el combustible, aportado únicamente por Brasil.

Si bien el porcentaje de aporte de bioetanol producido por Argentina en las exportaciones concebidas por el tratado con la UE es minúsculo en comparación con el porcentaje aportado por Brasil, es una gran oportunidad que fomenta el crecimiento del mercado interno de producción de bioetanol en el país. Además, existe la expectativa que al transcurrir los años, el aporte realizado por la Argentina aumente gradualmente.

2.2.3 - DEMANDA FUTURA:

Actualmente en Argentina, el porcentaje de corte de naftas es del 12%, pero se espera que aumente gradualmente con los años. Dicho crecimiento es impulsado por los productores de bioetanol del país y es seriamente evaluado por el estado, ya que los vehículos no sufrirían modificación en sus motores y sus garantías tampoco se verían afectadas al funcionar con un corte menor al 25% de bioetanol.

El Secretario de Agregado de Valor del Ministerio de Agroindustria, Néstor Rolet, en el 2017 dijo: “La decisión política es llegar a un corte del 25% de etanol con nafta, ADEFA (la asociación que nuclea a las terminales automotrices argentinas) nos pidió, como mínimo, que la decisión se informe con una anticipación de dos años por un tema de garantía de motores.

Lo ideal sería adoptar el modelo brasileño, dado que en el vecino país tienen una gran experiencia en ese sentido. O también puede ser la norma estadounidense y comenzar a emplear el B85. Nosotros pensamos en Agroindustria que lo ideal sería el doble surtidor y, en cualquier caso, la decisión política es aumentar el corte”.

En noviembre del 2019, Santa Fe propuso al gobierno nacional incrementar el porcentaje de corte de bioetanol en el combustible. Esta propuesta está siendo

seriamente evaluada por el estado debido al aumento de la capacidad ociosa de las empresas productoras de bioetanol.

La misma pretende llevar el porcentaje de corte del bioetanol al 27,5% en etapas. De esta manera, se llegaría al modelo de mezcla que ya se utiliza en Brasil.

La normativa actual, vence en 2021 por lo que es de vital importancia para el sector contar con una nueva norma, que regule la actividad y permita su desarrollo. “Argentina tiene hoy la posibilidad de dejar de importar combustibles, dejar de gastar nuestros dólares y tener una matriz energética mucho más limpia a través de los biocombustibles y eso lo tenemos que aprovechar como país”, afirmó Verónica Geese, secretaria de Energía de Santa Fe.

Si se considera que el porcentaje de corte aumenta gradualmente hasta llegar al 24% (con este porcentaje los motores no deberían ser modificados), pero la producción de nafta permanece relativamente constante durante los próximos 10 años:

AÑO	PRODUCCIÓN ESTIMADA (m ³ /año)	% DE CORTE
2019	1.187.324	12%
2020	1.200.000	12%
2021	1.500.000	15%
2024	1.800.000	18%
2027	2.100.000	21%
2030	2.400.000	24%

Tabla 11: Producción de bioetanol en función al aumento del corte en la nafta - Fuente: Elaboración propia

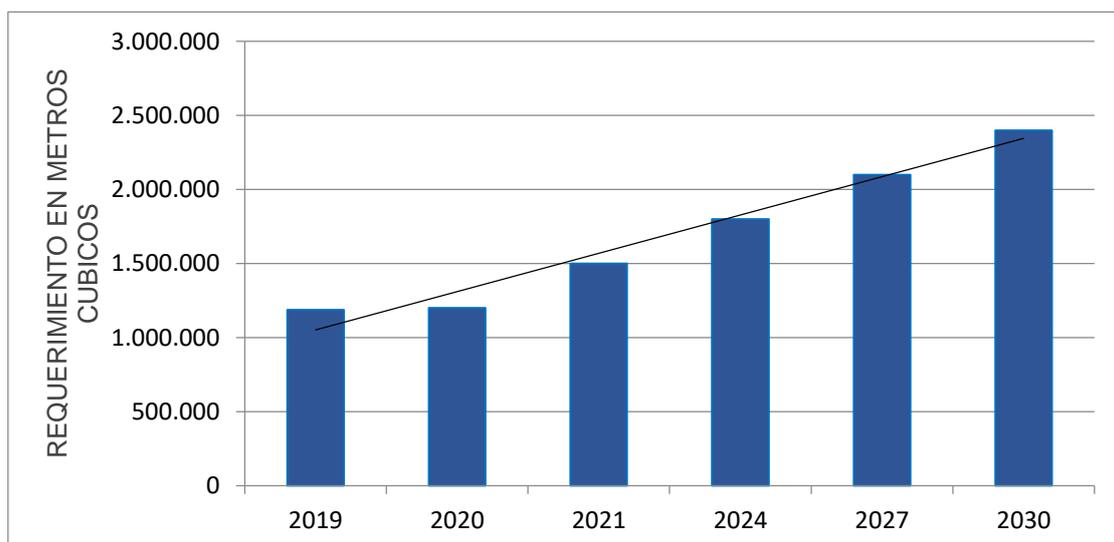


Figura 7: Producción de bioetanol en función al aumento del corte en la nafta - Fuente: Elaboración propia

2.3 - TAMAÑO DEL PROYECTO:

El objetivo es iniciar con una generación de bioetanol tal que satisfaga el 2,5% de la demanda de las compañías mezcladoras que se encuentran en Barranqueras y Pto. Vilelas, localidades ubicadas en las inmediaciones de la ciudad de Resistencia, Chaco:

- YPF S.A.: Avenida Mosconi 600 – Barranqueras – Chaco
- SHELL C.A.P.S.A.: Moisés Lebenshon y Río Paraná - Pto. Vilelas – Chaco

Estas dos combinadas, actualmente, requieren 110.000 m³ de bioetanol de manera anual para cubrir el 12% que requieren los combustibles que producen. Si consideramos una producción que se realizará los doce meses del año, mensualmente se deberá generar 224 m³ para cumplir con la producción propuesta.

2.3.1 - RELACIÓN DE LA CAPACIDAD CON EL ANÁLISIS DE MERCADO:

Considerando que se ha fijado un volumen de producción anual de 2688 m³, esto equivaldría a aportar un 0,25% del bioetanol que actualmente se produce en el país. Bajo nuestro análisis, se propone llegar a dicho nivel de producción en un lapso de 10 años.

2.3.2 - POSIBILIDADES FUTURAS DE EXPANSIÓN:

La posibilidad de expansión del proyecto está sujeta principalmente al potencial crecimiento de demanda que posean las empresas mezcladoras que se han decidido abastecer.

De no generarse un aumento del bioetanol requerido en dichas plantas, se podría evaluar la posibilidad de aumentar el volumen de producción. De este modo se podría realizar una oferta concreta a empresas mezcladoras ubicadas en provincias cercanas como Santa Fe y Entre Ríos.

2.4 - MATERIA PRIMA:

2.4.1 - DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA, VOLUMEN FÍSICO PRODUCIDO Y PRINCIPALES LUGARES DE PRODUCCIÓN:

En el periodo 18/19 se han cosechado 1.907.402 toneladas de sorgo en la República Argentina.

Durante el periodo 19/20 varios organismos relevantes de la agroindustria nacional, como las bolsas de comercio de Rosario y cereales de Buenos Aires prevén una producción de 2.500.000 toneladas, es decir, un aumento aproximado del 30%.

Las principales provincias productoras de sorgo en el país son Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, Chaco, Santiago del Estero y Formosa.

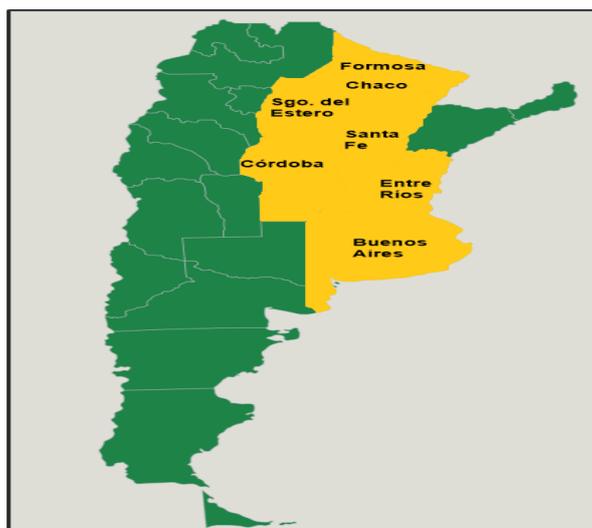


Figura 8: Principales provincias productoras de sorgo
Fuente: Elaboración propia

2.4.2 - PRINCIPALES PRODUCTORES Y SU CAPACIDAD INSTALADA:

La principal producción se da en la región pampeana del país, en las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, Córdoba y Santa Fe, complementándose con la producción de las provincias de Chaco, Santiago del Estero y Formosa.

A continuación, se detallan las toneladas producidas por área cosechada de cada una de estas provincias durante el periodo 18/19:

PROVINCIA	ÁREA COSECHADA (Ha)	PRODUCCIÓN (tn)	RENDIMIENTO (tn/Ha)	% DE PRODUCCIÓN
BUENOS AIRES	76.434	343.957	4,5	21,99
SANTA FE	56.530	195.790	3,46	12,52
ENTRE RÍOS	85.400	326.470	3,82	20,88
CÓRDOBA	38.018	183.616	4,83	11,74
CHACO	37.965	134.079	3,53	8,57
S. DEL ESTERO	53.770	152.185	2,81	9,73
FORMOSA	40.550	97.320	2,40	6,22
TUCUMÁN	2.515	8.397	3,32	0,53

Figure 9: Rendimiento producción de sorgo por provincia - Fuente: Bolsa de comercio de Santa Fe

2.4.3 - PRECIO:

Durante enero del 2020, el precio del sorgo granífero en la Argentina rondó los US\$140 por tonelada, lo cual equivale a \$8.680 pesos en el país.

También se debe tener en cuenta, que al precio antes mencionado hay que sumarle el costo de transporte, el cual varía dependiendo de la ubicación y distancia.

A continuación, se presenta la evolución promedio del precio de sorgo por semestre de los últimos cinco años en el país:

SEMESTRE	PRECIO (AR\$/litro)
1er Semestre 2015	1.012
2do Semestre 2015	1.291
1er Semestre 2016	2.037
2do Semestre 2016	2.089
1er Semestre 2017	2.112
2do Semestre 2017	2.350
1er Semestre 2018	3.055
2do Semestre 2018	3.927
1er Semestre 2019	4.935
2do Semestre 2019	7.755

Tabla 12: Evolución de precio de sorgo en Argentina

Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por la Bolsa de Comercio de Rosario

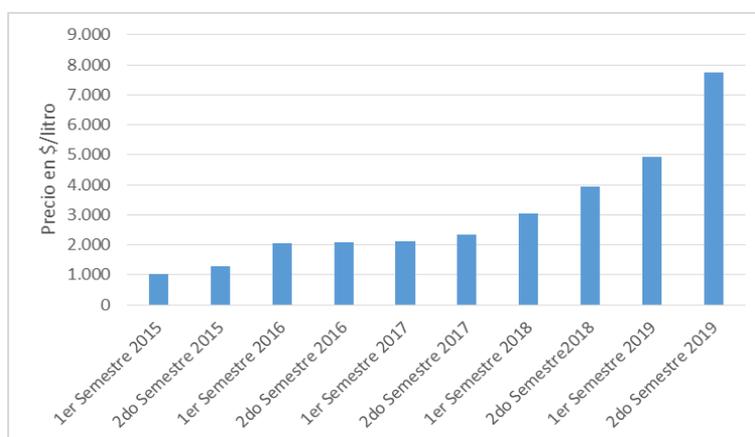


Figura 10: Evolución de precio de sorgo en Argentina -

Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por la Bolsa de Comercio de Rosario

2.4.4 - EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN:

Argentina es un tradicional proveedor de sorgo al mercado internacional, con volúmenes significativos, pero que en los últimos años han decaído. Aun así, el país se ha consolidado desde hace mucho tiempo como un gran exportador mundial.

Durante el transcurso del 2019, el país exportó 342.705 toneladas de sorgo, lo que corresponde al 20% de la producción de dicho año, principalmente a países como Chile, China, Japón y Estados Unidos.

Con respecto a las importaciones, Argentina no importa sorgo de otros países, ya que se abastece de su mercado interno.

A continuación, se presenta la evolución de las exportaciones argentinas de sorgo de los últimos siete años:

AÑO	EXPORTACIÓN (tn)
2013	2.256.315,24
2014	1.124.574,82
2015	1.038.191,12
2016	510.348,27
2017	462.678,02
2018	180.922,63
2019	342.705,42

Tabla 13: Exportación de sorgo por año de Argentina - Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Ganadería Argentina

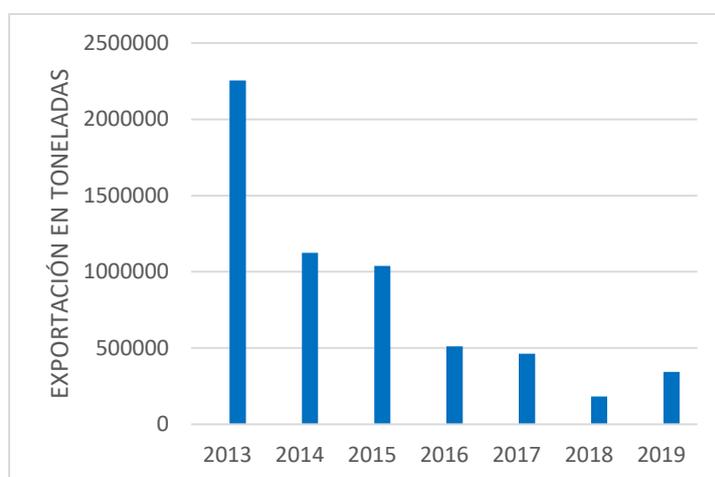


Figure 11: Exportación de sorgo por año de Argentina - Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Ganadería Argentina

2.4.5 - EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LOS ÚLTIMOS AÑOS:

Durante la última década, la producción de sorgo llegó a su pico durante el periodo 10/11, generando casi 4,5 millones de toneladas. Este fue un punto de inflexión a partir del cual empezó a decaer la producción de dicho grano.

En el periodo 17/18 se registró la menor producción de la última década, que fue de 1,56 millones de toneladas. Esta tuvo un ascenso del 22% durante el periodo 18/19, donde se cosecharon 1,9 millones de toneladas.

Si bien aún no hay datos oficiales, se espera que el período 19/20 alcance las 2,5 millones de toneladas cosechadas.

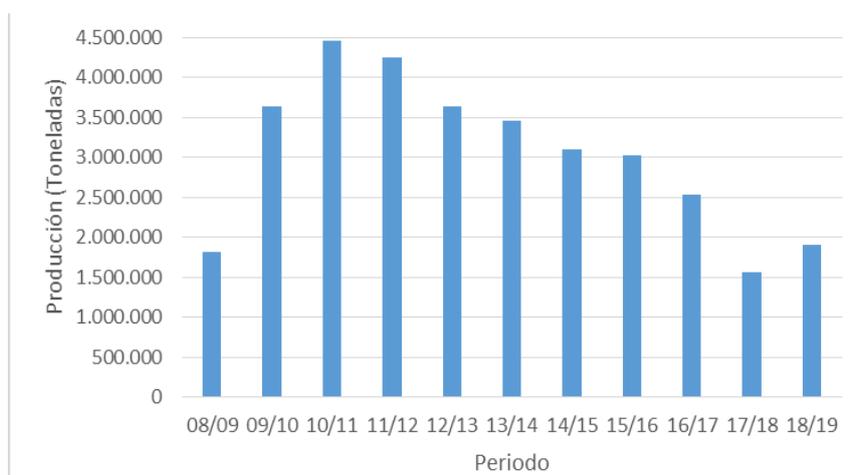


Figura 12: Evolución de producción durante la última década - Fuente: Bolsa de comercio de Santa Fe – Estadísticas de producción granaria

PERIODO	PRODUCCIÓN (tn)
8-sep	1.809.820
9-oct	3.637.427
10-nov	4.458.442
11-dic	4.252.310
dic-13	3.635.837
13/14	3.466.410
14/15	3.098.148
15/16	3.029.330
16/17	2.526.931
17/18	1.563.445
18/19	1.907.402
19/20	2.500.000 *

Tabla 14: Evolución de producción durante la última década - Fuente: Bolsa de comercio de Santa Fe – Estadísticas de producción granaria

2.4.6 - EVOLUCIÓN FUTURA PREVISTA PARA LOS INSUMOS:

Tanto la bolsa de cereales de Buenos Aires, como la bolsa de comercio de Rosario proyectan que el periodo 19/20 sufrirá un aumento del 30% con respecto a lo generado en el periodo anterior. Esto se traduce en una producción de 2,5 millones de toneladas de sorgo granífero, en contraste con los 1,9 millones de toneladas del periodo 18/19.

También esperan que durante los periodos posteriores la producción de este grano siga aumentando a una tasa que oscilará el 4% anual.

Dichas proyecciones se ven sostenidas por la integración y cooperación entre organismos públicos y privados, como es el caso de MinAgro y la Asociación Argentina de Maíz y Sorgo (MAIZAR).

En conjunto, se vienen realizando acciones que se enmarcan en una línea de trabajo a favor de reposicionar este cultivo y volver a transformarlo en un buen negocio, competitivo frente a otros cultivos alternativos como el maíz.

Por su parte, el INTA viene trabajando, especialmente en la estación Manfredi, en el desarrollo de materiales genéticos, apuntando a mayor productividad y usos específicos. Entre ellos se destaca el desarrollo de variedades de alto contenido de azúcares y baja concentración de taninos.

2.4.7 - INCIDENCIA DEL PROYECTO SOBRE EL MERCADO DE MATERIAS PRIMAS:

En Argentina, el principal destino de este cereal es el consumo animal, por lo que la instalación de una planta de estas características abriría un nuevo mercado.

El consumo de esta materia prima le daría un agregado de valor significativo a través de su procesamiento, generando un producto de alta demanda en el país. Además, incentivaría el aumento de producción de sorgo en la región que sea instalada la planta, no solo por su uso como principal materia prima del proceso, sino por el nuevo valor agregado que se le aportaría.

2.5 - JUSTIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA ADOPTADA:

Para producir etanol a partir de sorgo existen dos métodos, la molienda seca y la molienda húmeda. Ambos incluyen esencialmente los mismos pasos, pero difieren en cuanto a la obtención de un determinado conjunto de subproductos. El proceso de molienda seca además de etanol, genera granos destilados secos y solubles (DDGS), mientras que el proceso de molienda húmeda junto con el etanol, genera aceite de maíz y gluten, los cuales también se utilizan como alimento para animales. La producción de este producto consiste básicamente en un proceso que extrae el almidón contenido en el sorgo, el cual será fermentado para obtener etanol. Comparativamente con el proceso de molienda húmeda, el de molienda seca tiene menores requerimientos de capital, tanto al momento de construir, como de operar la planta. Además, los avances de la tecnología aplicada al proceso de molienda seca han mejorado la conversión del grano en etanol. También se han reducido en forma considerable los requerimientos energéticos, se incorporaron sofisticados procesos de automatización, las enzimas disminuyeron su costo e incrementaron su poder de conversión.

Estos factores han contribuido a disminuir los costos y tiempos de procesamiento, además de aumentar el volumen de etanol obtenido. En los últimos 20 años, el costo de construcción de una planta de etanol de molienda seca se redujo en un 30%, mientras que el de producción aumentó casi un 50%. Además, permite la posibilidad de una integración vertical, anexando explotaciones de feedlots, tambos y en algunos casos la explotación comercial de peces aprovechando el sistema de reciclaje de las aguas usadas en la planta.

Son estas razones por las cuales se ha decidido optar por el método de molienda seca para la obtención de bioetanol a partir de sorgo.

CAPÍTULO 3: LOCALIZACIÓN

3 - LOCALIZACIÓN:

3.1 - LOCALIZACIÓN PREVISTA:

Tras contrastar las posibles ubicaciones que ofrece la provincia del Chaco para instalar una planta productora de bioetanol a partir de sorgo, entre las cuales se contrastaron las zonas adyacentes a las ciudades de Villa Ángela, Gran Resistencia y Presidente Roque Sáenz Peña, se decidió ubicarla en las proximidades del gran Resistencia, más precisamente en el parque industrial de Puerto Tirol.

Esta ubicación está vinculada con la cercanía que existe con los mercados consumidores del producto terminado y con la disponibilidad de materia prima que se necesita para producirlo.

3.2 - CONDICIONES DE LA LOCALIZACIÓN:

Disponibilidad de mano de obra: Existe la presencia de mano de obra calificada en la provincia. En la ciudad de Resistencia, se encuentra la Universidad Tecnológica Nacional, en donde se dictan las carreras de ingeniería química, electromecánica y en sistemas de información. Mientras que la Universidad Nacional del Nordeste, ubicada en Corrientes y en Resistencia, aporta las especialidades en ingeniería electromecánica, agronómica, mecánica, eléctrica y electrónica, por lo que abundan tanto técnicos como ingenieros en estos rubros.

Por su parte, en la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, ubicada en el centro de la provincia, se dictan las carreras de ingeniería química, en alimentos, zootecnista, en sistemas de información e industrial en la Universidad Nacional del Chaco Austral.

Disponibilidad de materias primas, materiales y fuentes de abastecimiento: Como se ha mencionado en el previo análisis de mercado, en el país, las principales provincias productoras de sorgo son las que componen la región pampeana, es decir, Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos y Buenos Aires, seguidas por la provincia de Chaco, Santiago del Estero y Formosa.

Particularmente, en Chaco, la producción de sorgo se concentra principalmente en el suroeste y noroeste de la provincia.

Durante los últimos dos periodos, 17/18 y 18/19 la producción rondó las 140.000 toneladas respectivamente.

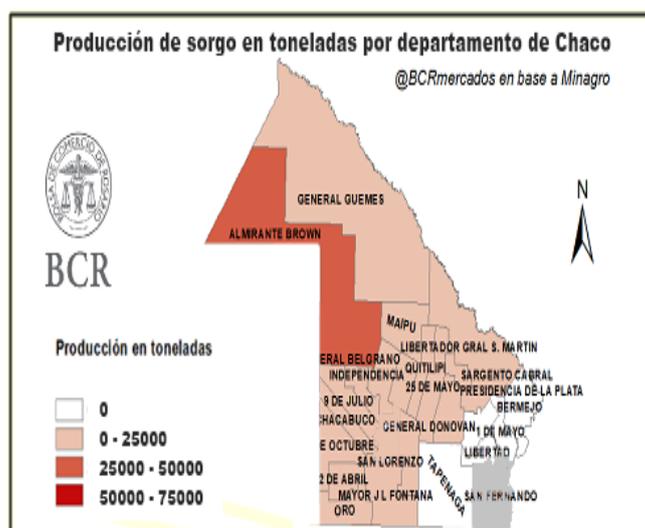


Figure 13: Producción de sorgo por departamento de Chaco - Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario

A continuación, se mencionan los departamentos donde se encuentran ubicados los principales centros de acopio de sorgo en la provincia, localizados a no más de 300 km de la capital, todos ellos interconectados mediante rutas provinciales y nacionales.

Nº1	DEPARTAMENTO
1	General Güemes
2	Almirante Brown
3	Maipú
4	Independencia
5	Chacabuco
6	9 de Julio
7	General Belgrano
8	12 de Octubre
9	2 de Abril
10	Fray Justo Santa María de Oro
11	Libertador General San Martín
12	O'Higgins
13	Comandante Fernández
14	Quitilipi
15	Mayor Luis J. Fontana

Tabla 15: Principales centros de acopio de cereales - Fuente: Elaboración propia

Medios de comunicación disponibles: La provincia es atravesada por varias rutas nacionales. Dos de ellas de manera longitudinal, como son la ruta nacional 95, que une las provincias de Formosa y Santa Fe, y la ruta nacional 11, que une a Paraguay con Santa Fe. Mientras que la ruta nacional 16, recorre transversalmente a Chaco, uniendo las provincias de Salta, Santiago del Estero y Chaco con Corrientes, es decir, es un importante nexo entre el noroeste y noreste argentino.

El Chaco también cuenta con un aeropuerto internacional, ubicado a tan solo 9 kilómetros del centro de Resistencia, capital de la provincia.

También cuenta con un importante puerto ubicado en la ciudad de Barraqueras, localizado más precisamente sobre unos de los brazos del río Paraná, siendo este un punto neurálgico del MERCOSUR.

Otra vía de comunicación importante es el ramal “C3” del Belgrano Cargas, ferrocarril que une el puerto de Barraqueras con el noroeste del país.

Leyes promocionales de la zona de localización: Durante el 2018, el poder ejecutivo provincial promovió la sanción legislativa N° 2877-R por la cual Chaco quedó adherida a la Ley Nacional N° 26.093. Esta establece el régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentable de biocombustibles, la cual declara de interés provincial la producción, inversión en investigación y desarrollo, el procesamiento y uso sustentable de biocombustibles dentro de los cuales se engloba el bioetanol, biodiesel y biogás que se produzcan a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos. La adición a esta ley por parte de la provincia brinda por 7 años exenciones impositivas tales como:

- Exención de impuestos: inmobiliarios, ingresos brutos, sellos y/u otro impuesto que grave las actividades industriales.
- Créditos y avales: fondo de desarrollo industrial, garantías ante organismos provinciales, nacionales y/o extranjeros.
- Reintegro de hasta el 50% de las inversiones en materia de caminos, redes eléctricas, provisión de agua y desagües. También contempla obras o materiales para corregir deficiencias de estabilidad o resistencia mecánica de los suelos y obras de infraestructura complementarias para servicio exclusivo de las plantas industriales.
- Adjudicación de tierras fiscales.
- Reconocimiento de hasta el 25% de los montos por fletes de transporte de productos terminados.
- Los establecimientos industriales que en el marco de esta ley se radiquen en la provincia del Chaco, gozarán de los beneficios establecidos en el régimen de promoción industrial dispuestos por ley 937-I, antes 4453. Esta alienta el desarrollo provincial, promoviendo políticas y cursos de acción diferenciales según la naturaleza y actividad, fomentando la eficiencia y competitividad de

dichas actividades, a través de su modernización, especialización, integración y reconversión.

Combustibles y fuentes de energía: El Chaco cuenta con un tendido eléctrico distribuido por toda la provincia, el cual brinda un servicio de baja, media y alta tensión, dependiendo de las necesidades de sus usuarios consumidores. Este lo provee el Servicios Energéticos del Chaco, Empresa del Estado Provincial, conocida como S.E.CH.E.E.P.

Cuenta con centros distribuidores de combustibles fósiles, como nafta y diésel, en todas las ciudades de la provincia. Además, cuenta con tres centros de distribuidores de GLP (gas licuado de petróleo) ubicados en la ciudad de Resistencia, uno a cargo de la empresa Petronor y dos de la empresa SIFERGAS S.A. Actualmente, esta última, está realizando la instalación de una nueva estación de distribución en la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña. Si bien el Chaco aún no cuenta con un servicio de gas natural, se prevé que la obra del gaseoducto finalice para el año 2020, brindando acceso al gran Resistencia de este combustible.

3.3 - FACTORES DECISIVOS:

Los factores que se consideran decisivos para la elección de la ubicación de la planta son:

- Disponibilidad de mano de obra: personal disponible con conocimientos académicos y técnicos adquiridos en las diferentes áreas.
- Distancia al mercado proveedor: distancia entre cada localidad y el proveedor más cercano.
- Distancias al mercado consumidor: distancia entre la localidad analizada y los centros mezcladores de combustible de YPF y Shell, ubicados en las localidades de Barranqueras y Puerto Vilelas respectivamente.
- Servicios Auxiliares: acceso a gas natural, energía eléctrica, iluminación, red de agua potable, servicios de telefonía e internet, reservorio hídrico, desagües pluviales y cloacales.

Para llevar a cabo el análisis, se tomaron en cuenta tres potenciales puntos de localización para la planta, seleccionados en base a su proximidad con el mercado proveedor y consumidor. Estos puntos están ubicados en las cercanías de las ciudades de Villa Ángela, Presidencia Roque Sáenz Peña y el gran Resistencia (que engloba la ciudad de Resistencia, Barranqueras, Puerto Tirol y Puerto Vilelas).

FACTORES	PESO	VILLA ÁNGELA		P. ROQUE S. PEÑA		GRAN RCIA.	
		CALIF.	POND.	CALIF.	POND.	CALIF.	POND.
DISP. MANO OBRA	0,15	5	0,75	7	1,05	9	1,35
DISP. MERCADO CONSUMIDOR	0,3	6	1,8	8	2,4	10	3
DISP. MERCADO PROVEEDOR	0,25	9	2,25	9	2,25	8	2
SERVICIOS AUXILIARES	0,2	6	1,4	7	1,2	9	1,8
ACCESIBILIDAD	0,1	7	0,7	8	0,7	10	1
	$\Sigma=1$		$\Sigma=6,9$		$\Sigma=7,6$		$\Sigma=9,15$

Figura 14: método cualitativo por puntos - Fuente: Elaboración propia

A partir del método cualitativo por puntos se determinó que la planta de producción de bioetanol a base de sorgo se localizará en las proximidades del Gran Resistencia, más precisamente en el parque industrial Puerto Tirol.

3.4 - IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA PROYECTADA EN Y PARA LA REGIÓN DONDE SE LOCALIZA:

La incorporación de una planta de estas características impactará positivamente en la región.

Como primera, medida generará nuevos empleos, lo cual es vital para mejorar la economía interna de la provincia. Se generará un producto que será comercializado en el mercado interno, partiendo de materia prima producida en la región, a la cual se le agrega valor significativamente a través de este proceso. Además, se incentivará el aumento de producción de sorgo en la región como consecuencia de la apertura de un nuevo mercado para la misma.

También se genera un gran volumen de subproductos, lo cual posiciona a la industria como un importante proveedor destinado a abastecer la demanda de CO₂ por parte de las empresas productoras de bebidas gasificadas, y de granos de destilerías para los feedlots de la zona.

CAPÍTULO 4: INGENIERÍA

4 - INGENIERÍA:

4.1 - DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO:

El proceso de producción de bioetanol anhidro a partir de sorgo inicia con la recepción del cereal. El grano, que llega a la planta transportado por camiones, es descargado en una fosa de recepción, en la cual se realiza su limpieza. Una vez limpio, se transporta el sorgo, mediante un sistema conjunto de tornillos sin fin y transportadores de cadenas, hacia 3 silos de almacenamiento.

El proceso propiamente dicho inicia con la molienda del grano. El sorgo es alimentado a un molino de martillos con recirculación. Esta etapa inicial tiene como fin triturar el grano hasta obtener una harina de sorgo cuya granulometría maximizará la posterior producción de bioetanol, debido al aumento de superficie de contacto.

La harina obtenida, es transportada hasta tanques de agitación en los cuales se mezcla con agua y se procede a elevar la temperatura de dicha mezcla mediante un sistema de calefacción hasta llegar a 60°C.

Posteriormente, se realiza la cocción de la mezcla durante una hora. Esta operación se lleva a cabo a 120°C. Este aumento de temperatura facilita la liberación del almidón contenido en la harina.

Tras la cocción, en el mismo equipo, se reduce la temperatura de la mezcla a 90°C y, al alcanzar dicha temperatura, se adiciona α -amilasa.

Tras esta adición se realiza la licuefacción de la mezcla durante 90 minutos a una temperatura constante de 90°C. En esta etapa se realiza un control continuo del pH, ya que el rango para una actividad eficiente de enzimas está en el orden de 5,9 - 6,2.

Finalizada la licuefacción, la mezcla se enfría hasta los 35°C, temperatura a la cual es introducida en tanques agitados donde se lleva a cabo la sacarificación y posteriormente la operación fundamental del proceso, la fermentación.

Para ello, se adiciona glucoamilasa en los tanques, con el fin de convertir el almidón en glucosa y una levadura específica, *Saccharomyces cerevisiae*, la cual fermenta la glucosa transformándola en etanol. Estas dos operaciones, se llevan a cabo durante 40 horas, a 35 °C dentro de un rango de pH entre 3,5 y 4,5, por lo que se adiciona ácido fosfórico para regular dicho pH. Esta es la etapa fundamental del proceso, la cual genera como productos etanol, CO₂ y la liberación de calor, el cual es extraído para evitar un aumento de la temperatura del proceso y por consiguiente una disminución en la eficiencia del proceso fermentativo.

El CO₂ desprendido es captado, tratado y vendido como subproducto. Mientras que la corriente remanente de la etapa de sacarificación y fermentación, denominada mosto, es centrifugada para separar los sólidos presentes en la misma. Una vez retirada la mayor parte de los sólidos, este mosto clarificado, constituido por agua, etanol, aceite de fusel y una pequeña cantidad de sólidos, será tratado en un sistema de separación especialmente diseñado, constituido por 2 columnas de destilación y un tamiz molecular, donde se lleva a cabo su deshidratación.

El mosto ingresa a la primera columna, denominada destilador, en la cual se evacua por el fondo una corriente compuesta totalmente por agua, mientras que por cabeza una mezcla de etanol, agua y aceite de fusel. Esta última corriente se introduce en una columna de rectificación en la que, por cabeza, se obtiene una mezcla de etanol y agua aproximadamente al 90% p/p, mientras que el resto del agua introducida, el total de aceite de fusel alimentado y una pequeña traza de etanol se evacuan por la corriente de fondos del equipo.

Por último, se dispone de un sistema de deshidratación de etanol mediante un tamiz molecular, el cual retiene el agua obteniéndose de este modo etanol al 99,5% p/p, es decir, bioetanol anhidro.

De esta serie de etapas surgirá por un lado el producto deseado, etanol anhidro, y otra corriente compuesta por aceites de fusel, etanol y agua, cuya fracción de este último componente se reduce para obtener un subproducto más concentrado para su venta.

4.1.1 - DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CADA ETAPA DEL PROCESO:

Recepción del grano, descarga y almacenamiento: el grano llega a las instalaciones vía terrestre, en camiones cuya carga se encuentra cubierta y aislada del ambiente eliminando de este modo la posibilidad de que se moje o humedezca durante el transporte. Una vez que se encuentra en la planta, el sorgo se descarga de los camiones directamente en grandes fosas, ubicadas en el interior de una nave de recepción.

Tras la descarga, se realiza una limpieza. Esta se lleva a cabo en la fosa de recepción mediante una rejilla que impide el paso de piedras, ramas o cuerpos extraños que pudiera acompañar al grano y, de manera continua, es conducido mediante un sistema combinado de tornillos sin fin y de transportadores de cadena a grandes silos de almacenamiento. Es importante tener en cuenta que la recepción de sorgo solo se llevará a cabo entre los meses de Marzo y Agosto, por lo que durante este periodo se acopiará el grano suficiente para garantizar la disponibilidad de stock durante todo el período de producción anual de la planta.

A partir de estos grandes silos de almacenamiento, el grano es conducido a la etapa de molienda mediante un sistema compuesto por transportadores sin fin y transportadores de cadenas.

Molienda: en esta etapa se envía el grano de sorgo a un molino de martillos. La molienda tiene como objetivo triturar el grano de sorgo proveniente de los silos para lograr que presente una granulometría óptima para la producción de etanol, ya que con la trituration del grano se logra dejar expuesto el almidón para aumentar la superficie de contacto con el agua y las enzimas que posteriormente se añadirán en las etapas de cocción y licuefacción. Así, cuanto más fina sea la molienda, mayor será la superficie de exposición del almidón, y, por tanto, mayor la producción de etanol.

La granulometría a la cual se reducirá el grano será de 1,5 mm.

Mezclado: esta operación se lleva a cabo en tanques de agitación y mezcla de acero inoxidable, donde también se realizan las posteriores etapas de cocción y licuefacción del proceso.

Estos poseen conexiones para el ingreso de los componentes que se han de mezclar en su interior y un equipo de agitación, cuyos impulsores son palas planas que facilitan las labores de mezclado. También cuentan con un sistema de intercambio de calor por medio de una camisa, con la que se regulará la temperatura en su interior.

En primer lugar, se introduce en el equipo el agua y luego se agrega la harina gradualmente mientras se va mezclando en su interior. Paralelamente se calienta hasta que la temperatura de la mezcla alcanza los 60°C. Dicho calentamiento se realiza mediante la inyección directa de vapor a 235°C al tanque.

Cocción y licuefacción: obtenida la mezcla, se incrementa su temperatura desde los 60°C a los que se encuentra hasta 120°C, para llevar a cabo la operación de cocción, nuevamente mediante la inyección de vapor al taque.

La cocción se lleva a cabo durante 60 minutos y tiene como fin esterilizar y gelatinizar la mezcla, además de facilitar la liberación del almidón que contiene el grano

Finalizada la cocción, se reduce la temperatura de la mezcla hasta los 90°C. Una vez alcanzada dicha temperatura, se mantiene constante, se adiciona α -amilasa y se procede a la licuefacción de la mezcla durante 90 minutos.

En esta, se produce la hidrólisis entre el agua y el almidón, que rompe las uniones del azúcar, dejando disponibles sus oligosacáridos. Para lograrlo, la mezcla debe mantenerse en un rango de pH entre 5.9 y 6.2, ya que en este rango se maximiza la eficiencia de la enzima. Este se regula mediante la adición de ácido fosfórico, mediante un sistema dosificador, para lograr que, durante los 90 minutos el pH de la mezcla sea 6.

Transcurridos los 90 minutos, se ha hidrolizado todo el almidón y se han dejado disponibles los oligosacáridos.

Sacarificación y fermentación: esta etapa es considerada la principal del proceso de producción. La sacarificación consiste en transformar los oligosacáridos en glucosa, que luego será fermentada por las levaduras generando etanol, CO₂ y el desprendimiento de calor.

La sacarificación se produce en tanques con equipos de agitación de palas planas, a 35°C y a un pH de 4,5. Dicha temperatura se regula mediante equipos de intercambio de calor dispuestos en el tanque, mientras que el pH se regula mediante la dosificación de ácido fosfórico. En esta operación se adiciona

glucoamilasa, la que rompe los enlaces remanentes alfa (1,4) de las dextrinas, así como los enlaces alfa (1,6) de las dextrinas de límite alfa.

A medida que se dispone de glucosa, se agrega de manera gradual la levadura, *Saccharomyces cerevisiae*, que realizará el proceso fermentativo.

En la cabeza de cada tanque de fermentación hay conductos que permiten la evacuación hacia la torre de lavado del CO₂ generado, que tras ser lavado, secado y comprimido es almacenado para su posterior venta como subproducto. Ambas etapas, en conjunto, tienen un periodo de operación de 40 horas. Una vez finalizada la etapa fermentativa, el mosto es evacuado y enviado a la etapa de separación de sus constituyentes.

Separación de sólidos: el mosto obtenido del proceso fermentativo contiene un considerable porcentaje de sólidos, los cuales deben ser separados para evitar que generen el ensuciamiento del reboiler y de los platos inferiores en la posterior etapa de destilación. Para ello se utiliza una centrífuga, la cual permite la separación mecánica y clarificación de mezclas de este tipo, obteniendo por un lado una corriente de sólidos insolubles separados. Mientras que, en la otra corriente de salida se obtiene el mosto, con un porcentaje de sólidos equivalente al 1% de sólidos que se alimentan, los cuales serán separados mediante su decantación en tanques pulmón de almacenamiento.

Destilación: esta etapa tiene como finalidad realizar la separación de los componentes del mosto procedente de los tanques pulmón, la cual contiene de forma mayoritaria agua, etanol y aceite de fusel. Dicha separación se realiza en dos columnas, la primera de separación y una posterior de rectificación.

Ambas disponen de indicadores de presión y temperatura, tanto en la cabeza como en los fondos de cada columna, con el fin de conocer las condiciones de operación en su interior en todo momento. También poseen controladores de nivel, un condensador total para tratar el vapor que egresa por la cabeza, un rehervidor para evaporar la corriente de fondo y un sistema de recirculación.

El mosto es alimentado a la columna de separación en una etapa intermedia de la misma. Por la corriente de cabeza se desprende vapor compuesto por agua, aceite de fusel y todo el etanol procedente de los tanques de fermentación. Mientras que por la corriente de fondo se procederá a la evacuación de una corriente compuesta totalmente por agua.

Una vez condensada la corriente que egresa por la cabeza de la columna, esta es conducida hacia un depósito cuyo nivel se encuentra controlado y es el que regula su alimentación a una etapa intermedia de la columna de rectificación. Dicha columna tiene como finalidad llevar a cabo una reducción en el contenido de agua de la mezcla y, además, lograr la separación del aceite de fusel del resto de los componentes, ya que este producto se comercializa por separado. De este equipo se desprenden dos corrientes de salida, por el fondo se procede a la evacuación de una corriente constituida por agua, la totalidad del aceite de fusel

y una pequeña traza de etanol, mientras que por la cabeza se desprende una corriente de vapor constituida por etanol y agua cuya concentración es del 90% p/p. Esta última corriente se condensa totalmente al abandonar la columna y se almacena en tanques pulmón. Luego, mediante un intercambiador de calor es evaporada y posteriormente comprimida mediante un compresor con el objetivo de dotar a dicha corriente de las condiciones adecuadas para optimizar la eficiencia de la posterior etapa de deshidratación.

Deshidratación: en esta operación la mezcla etanol-agua en fase de vapor es introducida a un equipo cilíndrico que contiene un lecho adsorbente en su interior, conocido como tamiz molecular, constituido por zeolitas con un diámetro de poro de 3 Å.

A causa de la afinidad de la molécula de agua con este adsorbente, esta queda atrapada en el lecho mientras que el etanol pasa a través de este aumentando su concentración hasta un 99,5% en peso, es decir, se obtiene etanol anhidro. La operación de adsorción requiere que, una vez saturado el lecho, se realice una desorción en el mismo, para permitir su reutilización, lo cual se logra mediante una corriente de vapor externa.

Luego, la corriente se enfría hasta los 30 °C, condiciones en las que el etanol anhidro es almacenado en tanques a presión atmosférica hasta que es recogido por los camiones cisternas para su distribución.

4.2 – JUSTIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA SELECCIONADA:

Se ha decidido optar por el método de molienda seca ya que este está más enfocado en la producción de bioetanol y no en realizar de forma paralela mayores inversiones para brindar un mayor valor agregado a los subproductos que genera, como es el caso del método de molienda húmeda. Además, este último consta de un proceso más complejo, tiene un mayor requerimiento en cuanto a inversiones y mayores costos operacionales.

La elección de una planta que aplique el método de molienda húmeda sólo se justificaría en el caso que el volumen de producción superase los centenares de millones de litros, como es el caso de plantas ubicadas en países como Brasil y Estados Unidos, donde la gran demanda de este producto justifica la aplicación de una planta de esta envergadura. Mientras que, en Argentina, donde la demanda de bioetanol es significativamente menor, no se justifica la instalación de una planta de esas características.

Es por ello que las plantas instaladas en el país aplican el método de molienda seca.

Por otro lado, las plantas de molienda seca también tienen la ventaja que sus subproductos obtenidos, WDGS y vinaza, se aprovechan completamente al estar integrados con la producción ganadera de la región, por lo que, aunque es factible, no es necesario transformarlos en DDGS. Esto disminuye mucho el

costo de la inversión ya que permite prescindir de un secador y evaporador, y por lo tanto también disminuye los costos operacionales.

Asimismo, se sabe que grandes productoras de bioetanol en el país como Acabio, Bio4, Promaíz y Porta Hnos producen por el método de molienda seca. Esto es de gran importancia, ya que indica que en el caso de necesitar soporte o mantenimiento de la planta o el proceso será relativamente más fácil encontrar quien pueda realizar el mismo. Mientras que si se decidiera instalar una planta con molienda húmeda se dependería completamente del conocimiento y disponibilidad del proveedor de la tecnología si es que se presenta cualquier tipo de inconveniente.

2.1.1 - TECNOLOGÍAS EXISTENTES, SELECCIÓN DE EQUIPOS Y CRITERIOS UTILIZADOS:

Molienda de granos: para la disminución del tamaño de los granos los equipos más extendidos en industrias de estas características son el molino de martillos y el molino de rodillos. El primero está compuesto por martillos montados en un eje giratorio dentro de una carcasa circular, donde los granos son sometidos a fuerzas de impacto hasta disminuir su tamaño lo suficiente para atravesar los tamices que dispone este molino. El diseño de estos equipos reduce el espacio físico que ocupan, de manera que su ubicación dentro de la planta se hace más fácil. Pero una desventaja de estos es el gran requerimiento energético que poseen para funcionar eficazmente.

Mientras que, el molino de rodillos está formado por un sistema de rodillos cilíndricos, giratorios en donde los granos son reducidos debido a las fuerzas de cizallamiento y compresión que ejercen estos cuando la alimentación es empujada a través del espacio entre los cilindros.

Este equipo, en comparación con el molino de martillos, posee un menor requerimiento energético para su funcionamiento, pero como aspecto negativo debe tenerse un mayor cuidado en la distribución de los granos sobre estos para lograr una reducción óptima. Este es un equipo que necesita un mayor control y mantenimiento que el de martillos. Además, sus dimensiones son mayores, lo que genera más dificultades para ubicarlo en la planta.

Teniendo en cuenta las características expuestas anteriormente, se ha seleccionado el molino de martillos por sobre el de rodillos. Ya que, si bien el de martillos posee un requerimiento energético un poco mayor, sus dimensiones son menores lo que lo convierten en un equipo que facilita el lay out de la planta. Además, este tiene menores requerimientos de control en la alimentación de la materia prima y también presenta menores dificultades a la hora de realizar el mantenimiento del mismo.

Fermentación de la mezcla: esta puede lograrse por medio de un proceso continuo o uno de tipo batch. Para realizar la fermentación utilizando un sistema continuo se hace pasar la glucosa por una serie de fermentadores en los que va

aumentando la concentración del alcohol progresivamente. A medida que ingresa una cierta cantidad de glucosa, la misma cantidad es retirada en el final del sistema, siendo este un sistema automatizado.

Mientras que, en comparación, la fermentación en batch es un proceso que no posee este nivel de automatización, generando un mayor requerimiento de supervisión y aumentando de este modo la demanda de mano de obra del proceso.

Otro de los puntos a tener en cuenta es el riesgo de contaminación. La fermentación de tipo continua posee un riesgo de contaminarse bajo debido a que el mosto al salir del primer fermentador ya contiene un cierto grado de alcohol, el cual actúa como desinfectante en los siguientes reactores. Mientras que, la de tipo batch posee un mayor riesgo de contaminación de la tanda, por lo que posterior a cada procesamiento es imperativo realizar la limpieza y desinfección del reactor, generando mayores costos y demanda de mano de obra. Sin embargo, un proceso de tipo continuo es más aplicable a industrias de este tipo con un gran volumen de producción, donde los grandes costos de inversión de capital inicial serán amortiguados rápidamente. Mientras que en un proceso de tipo batch, dicha inversión es mucho menor.

Tras el análisis comparativo de los dos sistemas se ha optado por seleccionar el proceso batch ya que la inversión inicial que habría que realizar comparativamente es menor y no se justifica tal inversión para el grado de producción propuesta.

Separación de los constituyentes del mosto: la separación de la mezcla etanol-agua puede lograrse mediante una destilación azeotrópica. Esta tecnología, usada ampliamente en industrias de este tipo utiliza agentes como benceno, pentano, ciclohexano y dietil-eter. Si bien esta genera un corriente de etanol anhidro, su alto costo de capital, sus altos requerimientos energéticos, gran sensibilidad a impurezas en la alimentación y el uso de químicos tóxicos como el benceno, está causando actualmente su eliminación en las plantas modernas de etanol y su reemplazo en las ya existentes.

Otra de las técnicas usadas en la industria para separar esta mezcla azeotrópica es la destilación extractiva, que se lleva a cabo utilizando agentes de separación líquidos como glicoles, glicerol, furfural, tolueno, o bien con agentes de separación sólidos como sales solubles. Si bien esta técnica también genera la separación completa, el uso y costo de los compuestos antes mencionados elevan el presupuesto. Además, estas requieren la instalación de un proceso paralelo de recuperación de los mismos, generando un aumento en las inversiones, los costos operacionales y la demanda de mano de obra.

Es por esto que se optó por la selección de una destilación simple, la cual consta de una etapa de separación y otra de rectificación de la mezcla, en las cuales no se utilizan agentes de separación líquidos ni sólidos como la destilación extractiva y tampoco utiliza compuestos tóxicos que están en desuso como el caso de la destilación azeotrópica. La selección de esta técnica garantiza costos

operacionales e inversiones relativamente más bajos en comparación con las dos mencionadas anteriormente. Pero esta presenta el inconveniente de desprender una corriente con un máximo de pureza del 90%, es decir, etanol que todavía se encuentra hidratado.

Al no deshidratar completamente al alcohol, es necesario complementar el proceso con un equipo de deshidratación, el cual elimine el remanente de agua presente en el alcohol. Esto se logra mediante un tamiz molecular, el cual retiene el agua de la corriente, generando un producto con una pureza del 99,5%, es decir, etanol anhidro.

Deshidratación del etanol: como se mencionó, los deshidratadores más difundido en industrias de este tipo son los tamices moleculares, lo cuales emplean sustancias granulares, duras y generalmente esféricas, en las cuales el agua queda retenida por su afinidad con las sustancias constituyentes del mismo. Este proceso puede aplicarse a mezclas etanol-agua tanto en fase vapor como en fase líquida y es aquí donde se ha seleccionado tratar a la mezcla en fase de vapor.

La mezcla azeotrópica que abandona la torre de rectificación, lo hace en fase de vapor. Esta puede ser tratada mediante un condensador, retirando calor de la misma y permitiendo la condensación de la corriente. Pero también a dicha corriente puede elevarse su presión mediante un equipo de compresión y reducir posteriormente su temperatura mediante un intercambiador de calor, con el fin de dotar a la corriente de las propiedades óptimas para su deshidratación posterior en fase de vapor.

Para deshidratar la mezcla en fase líquida se requiere la aplicación de gas caliente para regenerar el tamiz desplazando al agua de este, sin embargo, el tamiz se deteriora rápidamente. Debido al choque térmico que sufre, este solo tiene un tiempo de vida útil promedio de 6 meses. Mientras que, si se trata la corriente en fase de vapor, ajustando previamente sus propiedades como se ha mencionado, se evita el choque térmico en el tamiz, prolongando la vida útil promedio del mismo hasta 2 años.

4.3 - PRODUCCIÓN:

4.3.1 - PROGRAMA DE PRODUCCIÓN, EN FORMA ANUAL PARA TODO EL PERÍODO DE ANÁLISIS:

El objetivo es generar un volumen de bioetanol tal que satisfaga el 2,5% de la demanda de las compañías mezcladoras que se encuentran en Barranqueras y Pto. Vilelas, localidades ubicadas en las inmediaciones de la ciudad de Resistencia – Chaco. Estas demandan, actualmente, 110.000 m³ de bioetanol de manera anual para cubrir el 12% que requieren los combustibles que producen.

Dicho porcentaje propuesto a generar es de 2.691 m³/año, equivalente a 2.126 tn/año. Se apunta a llegar a dicha producción en un lapso de 10 años, iniciando

el primero con una producción anual de 1.341 m³, es decir, la mitad de lo propuesto e ir aumentando el porcentaje de producción de manera anual hasta alcanzar el volumen final propuesto en 10 años.

En la tabla siguiente se indica la producción de cada año y el aumento en la tasa de producción de manera anual.

Año	AUMENTO ANUAL (%)	PRODUCCIÓN (tn/año)	PRODUCCIÓN (tn/sem)	CAPACIDAD INST.
1	0	1060,6	22,1	48%
2	2,5	1087,1	22,6	49%
3	2,5	1114,3	23,2	50%
4	5	1170,0	24,4	52%
5	7,5	1257,8	26,2	56%
6	7,5	1352,1	28,2	61%
7	10	1487,3	31,0	67%
8	10,5	1643,5	34,2	74%
9	12,5	1848,9	38,5	83%
10	15	2126,3	44,3	95%

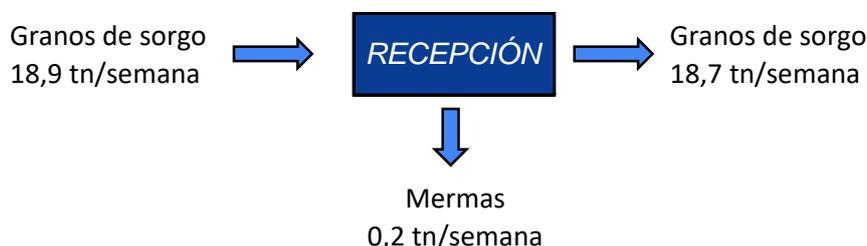
Tabla 16: Evolución de producción - Fuente: Elaboración propia

4.3.2 - BALANCE DE MASA:

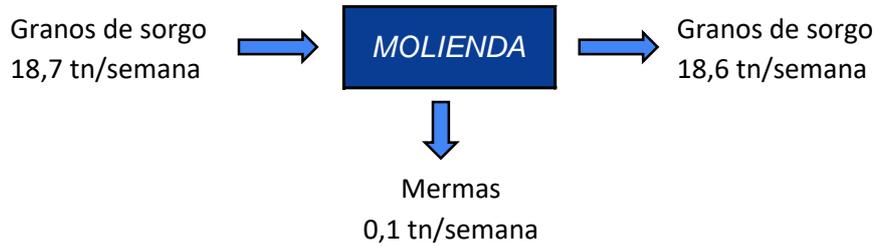
El siguiente diagrama de masa se confeccionó para una producción semanal de 22,1 toneladas de bioetanol anhidro, para satisfacer de esta manera, las 1.060 toneladas propuestas del primer año.

Recepción: la materia prima se recibe y se realiza su limpieza. Esta se lleva a cabo en una fosa de recepción mediante una rejilla que impide el paso de ramas o cuerpos extraños que pudiera acompañar al grano y, posteriormente cae a una tolva y se transporta mediante un sistema combinado de tornillos sin fin y de transportadores de cadena a grandes silos de almacenamiento.

Se estima una merma del 1% teniendo en cuenta las pérdidas durante las operaciones de descarga y cribado.



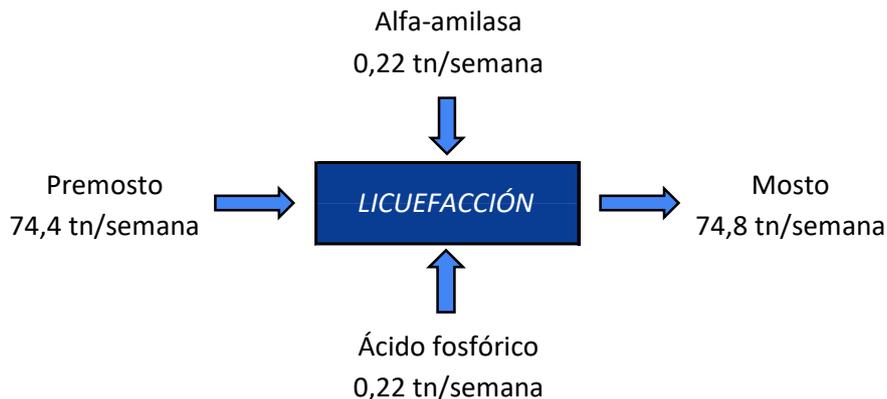
Molienda: en esta etapa se envía el grano de sorgo a un molino de martillos, tamiz y transportador neumático. Durante estas etapas se estima una merma del 0,5%.



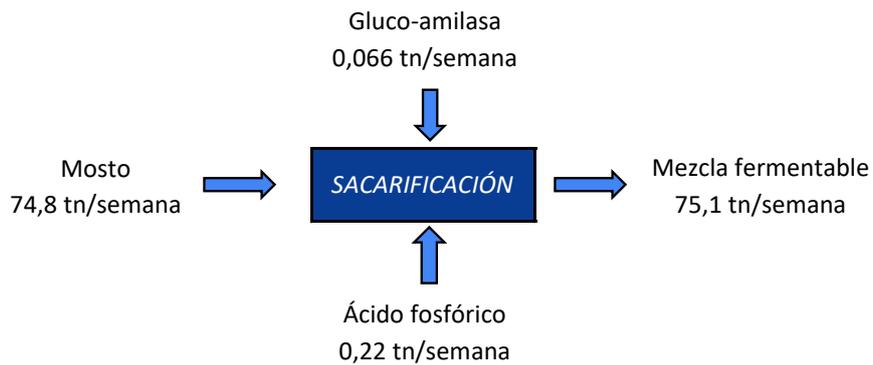
Mezcla y cocción: se mezcla harina de sorgo y agua en tanques, con una relación 1:3 y posteriormente se realiza la cocción de la mezcla.



Licuefacción: en el mismo equipo se adiciona alfa-amilasa al premosto para facilitar la liberación del almidón que contiene la harina de sorgo y ácido fosfórico, para regular el pH.



Sacarificación: en fermentadores tipo batch al mosto se adiciona gluco-amilasa para romper los enlaces del almidón y liberar la glucosa. También se adiciona ácido fosfórico para continuar regulando el pH.

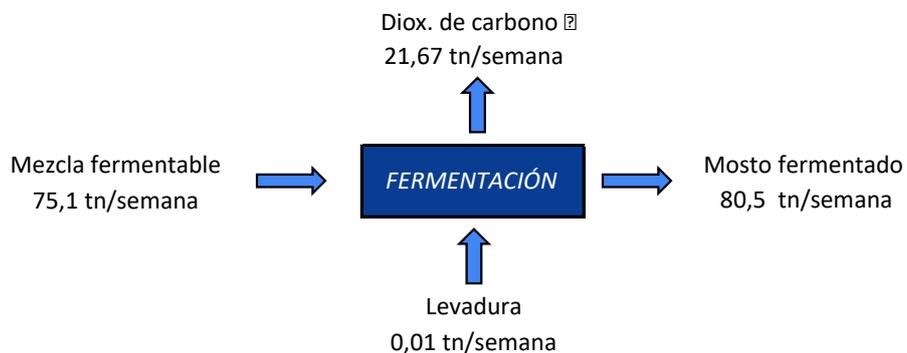


SACARIFICACIÓN			
ENTRADA		SALIDA	
Balace global	Balace particular	Balace global	Balace particular
Mosto: 74,8 tn/semana	Almidón: 52,6 tn/semana	Mezcla fermentable: 75,1 tn/semana	Glucosa: 52,6 tn/semana
	Resto: 22,2 tn/semana		Resto: 22,5 tn/semana
Ácido fosfórico: 0,22 tn/semana			
Gluco-amilasa: 0,066 tn/semana			

Tabla 17: composición del mosto previo y post sacarificación - Fuente: Elaboración propia

Fermentación: se adiciona levadura, la cual convierte la glucosa en alcoholes (mayoritariamente etanol y una menor porción compuesta por una mezcla de alcoholes de orden superior denominados en su conjunto como aceite de fusel) y CO₂.

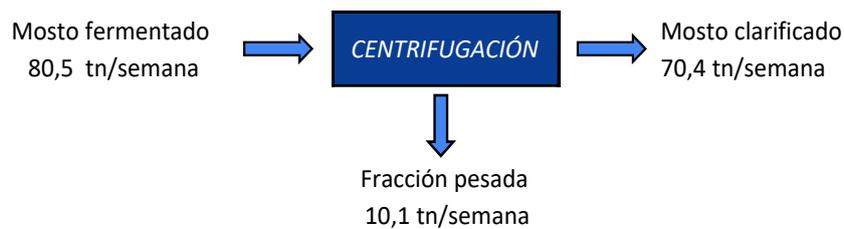
Se considera una eficiencia de conversión del 85%.



FERMENTACIÓN			
ENTRADA		SALIDA	
Balance global	Balance particular	Balance global	Balance particular
Mezcla fermentable: 75,1 tn/semana	Glucosa: 52,6 tn/semana	Mosto fermentado: 80,5 tn/semana	Etanol: 22,78 tn/semana
	Resto: 22,5 tn/semana		Agua: 48,22 tn/semana
			Aceite de fusel: 0,05 tn/semana
			Sólidos: 9,46 tn/semana
Levadura: 0,01 tn/semana		Dióxido de carbono: 21,89 tn/semana	

Tabla 18: composición del mosto previo y post fermentación - Fuente: Elaboración propia

Centrifugación: se retiran los sólidos del mosto fermentado. Se considera una eficiencia de separación del 99% de sólidos.

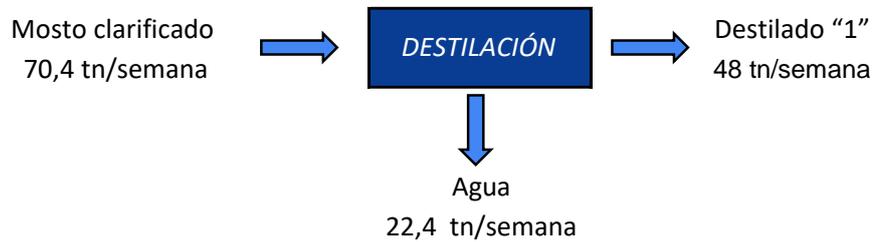


CENTRIFUGACIÓN			
ENTRADA		SALIDA	
Balance global	Balance particular	Balance global	Balance particular
Mosto fermentado: 80,5 tn/semana	Etanol: 22,78 tn/semana	Mosto clarificado: 70,4 tn/semana	Etanol: 22,56 tn/semana
	Agua: 48,22 tn/semana		Agua: 47,74tn/semana
	Aceite de fusel: 0,05 tn/semana		Aceite de fusel: 0,05 tn/semana
			Sólidos: 0,09 tn/semana
Sólidos: 9,46 tn/semana	Fracción pesada: 10,1 tn/semana	Etanol: 0,23 tn/semana	
		Agua: 0,48 tn/semana	
		Aceite de fusel: 0,0005 tn/semana	
		Sólidos: 9,37 tn/semana	

Tabla 19: composición del mosto previo y post centrifugación - Fuente: Elaboración propia

El mosto clarificado es almacenado en tanques pulmón, en donde los sólidos remanentes tras la etapa de centrifugación decantan, alimentando de esta manera con una corriente libre de sólidos a las columnas de destilación.

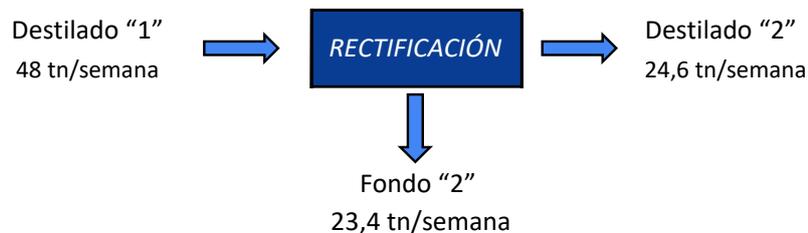
Destilación: esta etapa tiene como fin reducir el contenido de agua de la corriente de mosto clarificado.



DESTILACIÓN			
ENTRADA		SALIDA	
Balance global	Balance particular	Balance global	Balance particular
Mosto clarificado 70,4 tn/semana	Etanol: 22,56 tn/semana	Destilado "1": 48 tn/semana	Etanol: 22,56 tn/semana
	Agua: 47,74 tn/semana		Agua: 25,31 tn/semana
	Aceite fusel: 0,05 tn/semana		Aceite fusel: 0,05 tn/semana
		Agua: 22,4 kg/semana	Agua: 22,4 kg/semana

Tabla 20: composición del mosto previo y post destilación - Fuente: Elaboración propia

Rectificación: su objetivo es separar la totalidad del aceite de fusel y una porción de agua de la corriente principal y así obtener etanol con una concentración del 90% p/p.



RECTIFICACIÓN			
ENTRADA		SALIDA	
Balance global	Balance particular	Balance global	Balance particular
Destilado "1": 48 tn/semana	Etanol: 22,56 tn/semana	Destilado "2": 24,6 tn/semana	Etanol: 22 tn/semana
	Agua: 25,31 tn/semana		Agua: 2,6 tn/semana
	Aceite de fusel: 0,05 tn/semana		Agua: 22,74 tn/semana
		Fondo "2": 23,4 tn/semana	Aceite de fusel: 0,05 tn/semana
			Etanol: 0,56 tn/semana

Tabla 21: composición del mosto previo y post rectificación - Fuente: Elaboración propia

Deshidratación: su objetivo es reducir la fracción de agua hasta obtener etanol anhidro, es decir, con una concentración del 99,5% p/p.



DESHIDRATACIÓN			
ENTRADA		SALIDA	
Balance global	Balance particular	Balance global	Balance particular
Destilado "2": 24,6 tn/semana	Etanol: 22 tn/semana	Bioetanol: 22,1 tn/semana	Etanol: 22tn/semana
	Agua: 2,6 tn/semana		Agua: 0,1 tn/semana
		Agua: 2,5 tn/semana	

Tabla 22: composición del mosto previo y post destilación - Fuente: Elaboración propia

4.3.3 - DIAGRAMA DE FLUJO:

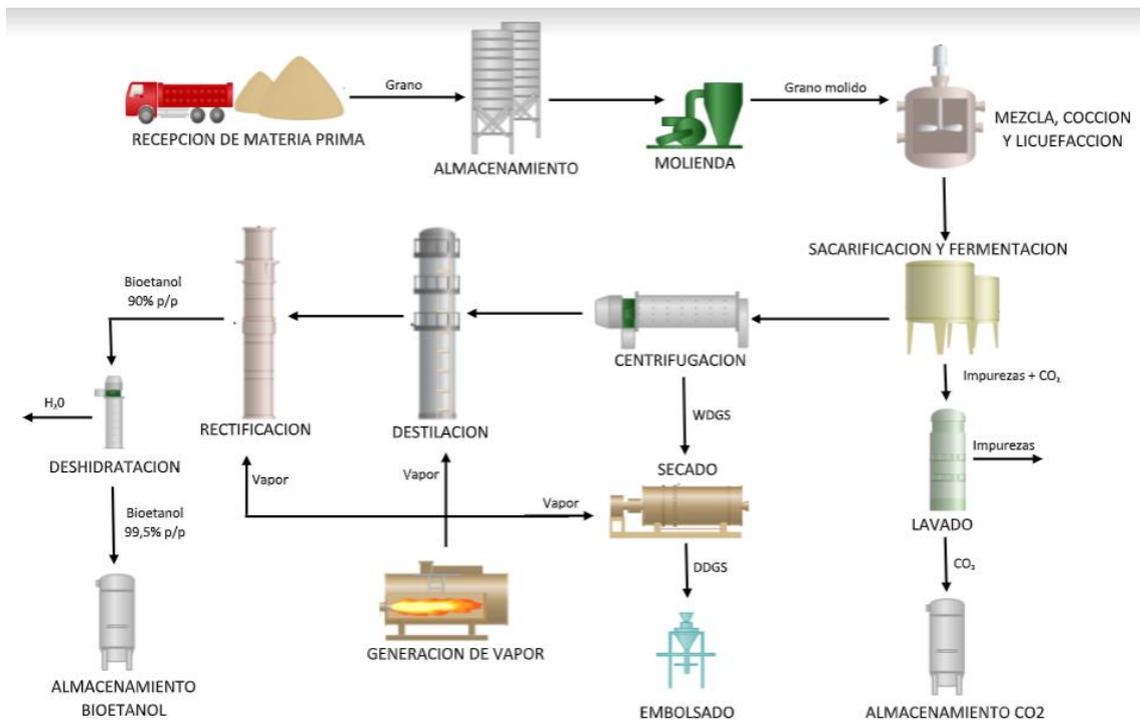


Figure 15: diagrama de bloques del proceso - Fuente: elaboración propia

4.4 - CUADRO DE EVOLUCIÓN DE PRODUCCIÓN:

Bioetanol Anhidro (toneladas)	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1.060,62	1.087,14	1.114,32	1.170,03	1.257,78	1.352,12	1.487,33	1.643,50	1.848,94	2.126,28

Tabla 23: evolución de producción de bioetanol - Fuente: elaboración propia

DETALLE	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bioetanol	1.060,6	1.087,1	1.114,3	1.170,0	1.257,8	1.352,1	1.487,3	1.643,5	1.848,9	2.126,3
PRODUCCIÓN (tn)										
Levadura	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Glucamilasa	3,2	3,3	3,3	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,5	6,4
H3PO4	10,6	10,9	11,1	11,7	12,6	13,5	14,9	16,4	18,5	21,3
Alfamilasa	10,6	10,9	11,1	11,7	12,6	13,5	14,9	16,4	18,5	21,3
H3PO4	10,6	10,9	11,1	11,7	12,6	13,5	14,9	16,4	18,5	21,3
Agua	2.676,6	2.743,5	2.812,1	2.952,7	3.174,2	3.412,2	3.753,4	4.147,5	4.666,0	5.365,9
Granos de sorgo	905,7	928,4	951,6	999,2	1.074,1	1.154,7	1.270,1	1.403,5	1.578,9	1.815,8
MERMAS (tn)										
Granos de sorgo	9,1	9,3	9,5	10,0	10,7	11,5	12,7	14,0	15,8	18,2
Polvos	4,5	4,6	4,7	4,9	5,3	5,7	6,3	6,9	7,8	9
SUBPRODUCTOS (tn)										
Agua + fusel + etanol	1.122,4	1.150,5	1.179,3	1.238,2	1.331,1	1.430,9	1.574,0	1.739,3	1.956,7	2.250,2
Agua	117,9	120,9	123,9	130,1	139,8	150,3	165,3	182,7	205,5	236,4
Aguas de vinazas	1.076,4	1.103,3	1.130,9	1.187,4	1.276,5	1.372,2	1.509,4	1.667,9	1.876,4	2.157,9
DDGS	449,5	460,8	472,3	495,9	533,1	573,1	630,4	696,5	783,6	901,2
CO2	1.050,7	1.077,0	1.103,9	1.159,1	1.246	1.339,4	1.473,4	1.628,1	1.831,6	2.106,4

Tabla 24: evolución de subproductos, mermas e insumos - Fuente: elaboración propia

4.5 - CAPACIDAD REAL DE PRODUCCIÓN:

Para determinar la capacidad real de producción se determina la capacidad de cada etapa del proceso, el cual fue previamente detallado, y la fracción de tiempo que utiliza por día cada equipo.

La planta se encuentra operativa durante las 24 horas del día, la totalidad de los días del mes, los 12 meses del año, salvo 3 días en los cuales se lleva a cabo el mantenimiento de las torres de destilación, momento en el cual ineludiblemente la producción debe detenerse. Esto genera un total de 332 jornadas laborales anuales de producción.

Los operarios trabajan en 2 turnos de 8 horas de lunes a domingo, salvo los encargados del control de las etapas de fermentación, destilación y deshidratación, los cuales realizan 3 turnos rotativos de 8 horas por día. Esto se debe al riguroso control de temperatura, pH y dosificación de levadura que hay que realizar en la etapa de fermentación, y también a que, tanto las columnas de destilación como los tamices moleculares trabajan en estado de operación estacionario, por lo que necesita llevarse a cabo un control continuo de dichas etapas.

Para satisfacer la demanda inicial de 1.060 toneladas anuales de bioetanol anhidro, se producen 22 toneladas semanales, realizando de manera discontinua la fermentación de 16 lotes batch, y la destilación y deshidratación de manera continua del mosto fermentado que egresa de dichos lotes.

A continuación, se plasma mediante un diagrama de Gantt, la operatoria durante una semana completa de producción.

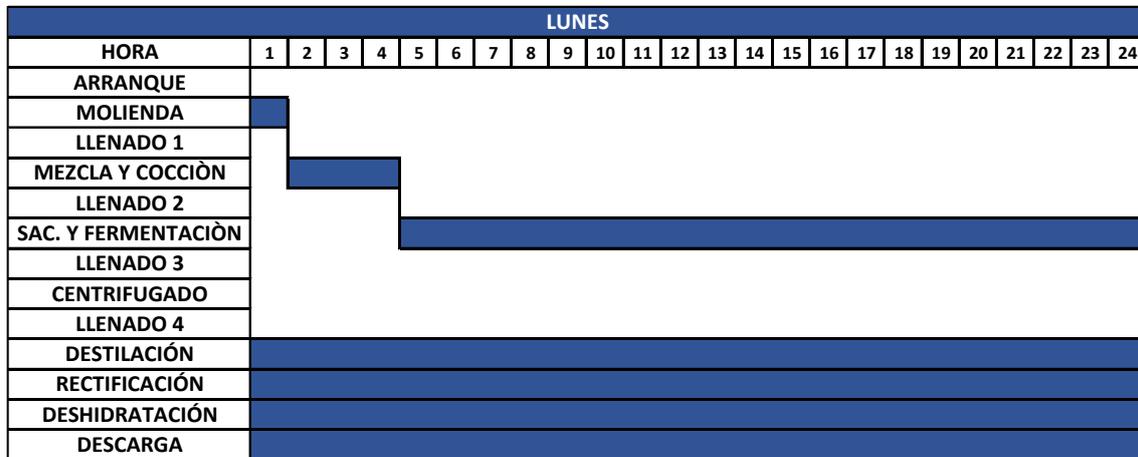


Figure 16: diagrama de Gantt día Lunes - Fuente: elaboración propia

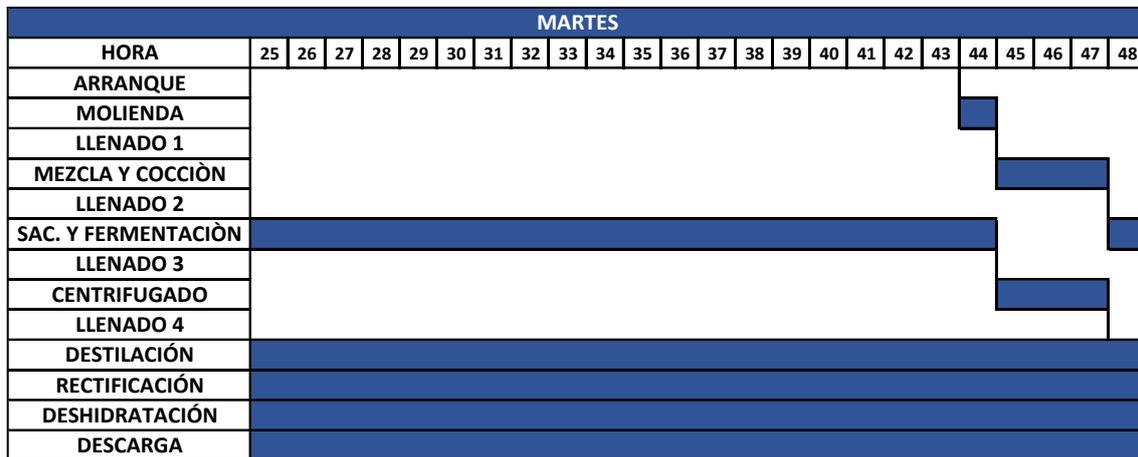


Figure 17: : diagrama de Gantt día Martes - Fuente: elaboración propia

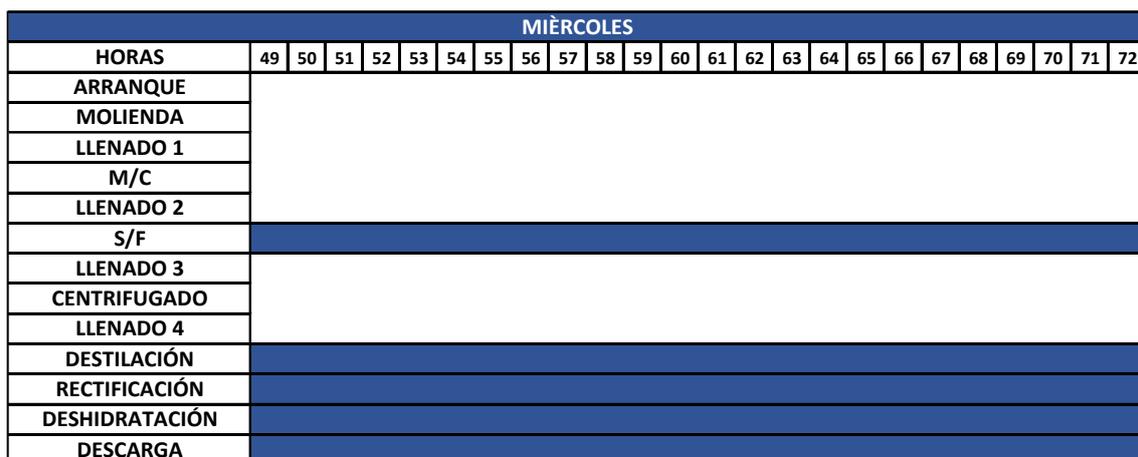


Figure 18: : diagrama de Gantt día Miércoles - Fuente: elaboración propia

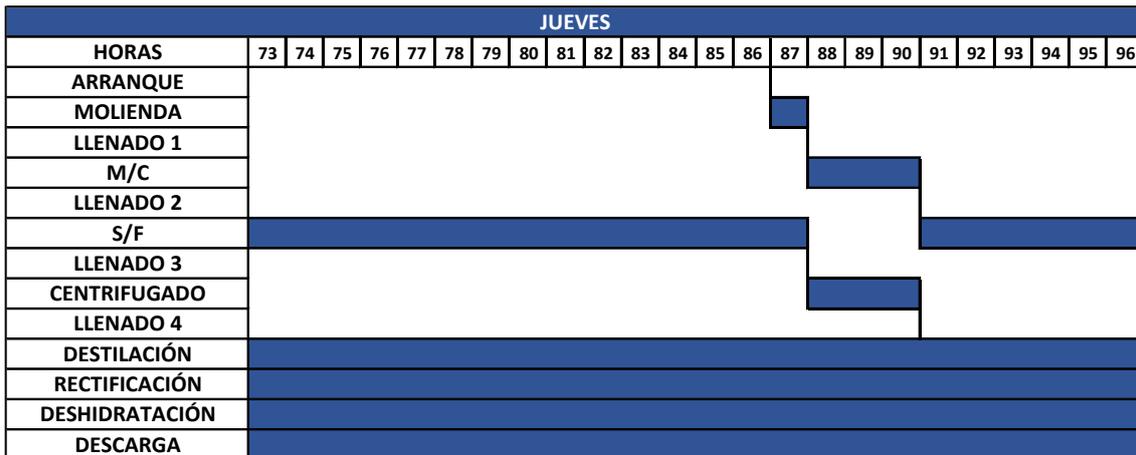


Figure 19: : diagrama de Gantt día Jueves - Fuente: elaboración propia

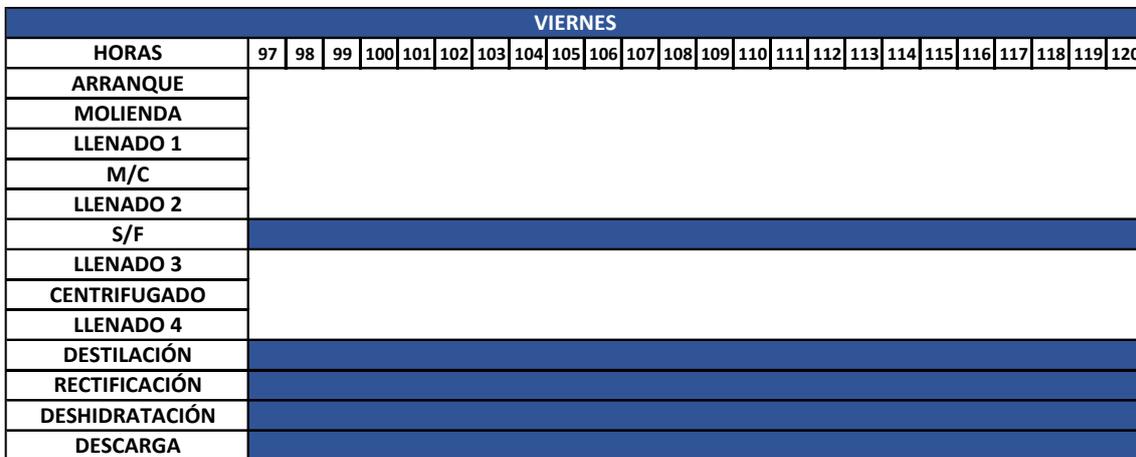


Figure 20: : diagrama de Gantt día Viernes - Fuente: elaboración propia

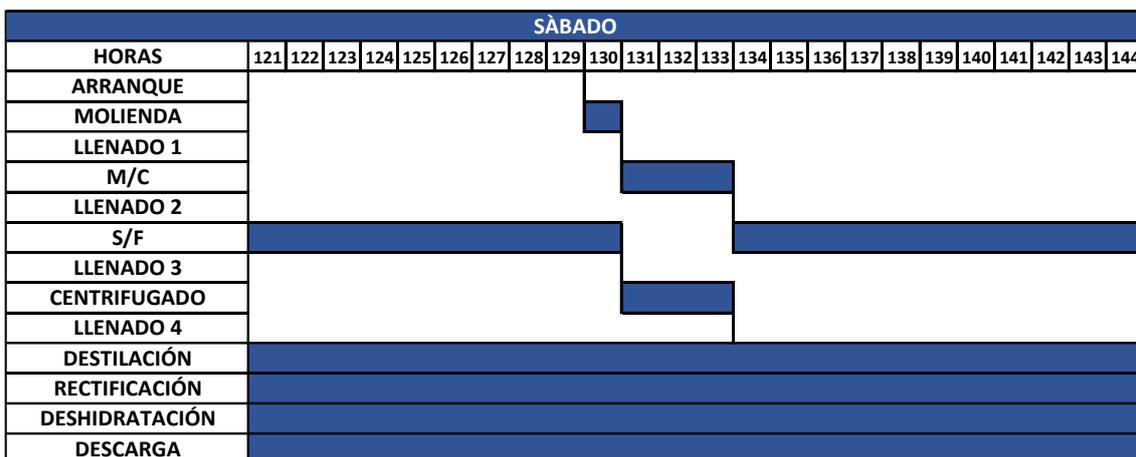


Figure 21: : diagrama de Gantt día Sábado - Fuente: elaboración propia

DOMINGO																								
HORAS	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
HORAS																								
ARRANQUE																								
MOLIENDA																								
LLENADO 1																								
M/C																								
LLENADO 2																								
S/F																								
LLENADO 3																								
CENTRIFUGADO																								
LLENADO 4																								
DESTILACIÓN																								
RECTIFICACIÓN																								
DESHIDRATACIÓN																								

Figure 22: : diagrama de Gantt día Domingo - Fuente: elaboración propia

4.6 - CÁLCULO, DISEÑO Y ADOPCIÓN DE EQUIPOS PRINCIPALES:

Si bien todas las etapas del proceso mencionadas anteriormente son importantes, la fermentación, destilación y deshidratación son las que revisten mayor interés desde el punto de vista ingenieril, por lo que se realiza el diseño de estos equipos, mientras que para los demás solo se realiza una selección de los mismos.

4.6.1 - Silos de almacenamiento: por año, es necesario realizar el acopio de 900 toneladas de grano de sorgo, el cual se realiza en un periodo de tres meses al año. Su almacenamiento garantiza que la demanda anual de sorgo del proceso productivo de etanol anhidro propuesto sea cubierta.

Se seleccionaron 3 silos estándares, instalados por la empresa “Agrofy”, marca Bacalini, cada uno con una capacidad de 340 toneladas, con un diámetro de 7.88m y una altura de 10m. Estos garantizan condiciones de almacenamiento específicas, evitando la rotura del grano y resguardándolo además de la humedad.

Se caracterizan por tener un fondo elevado sobre el nivel del terreno, apoyado sobre una estructura de columnas metálicas y un anillo de compresión.

En su interior se instalan amortiguadores que retardan el deslizamiento del producto, evitando la rotura del mismo.

El producto al ingresar al silo atraviesa un cono invertido, luego atraviesa tres canaletas con desviadores y por último desciende por las paredes del silo a través de escaleras de amortiguación.

Su cono de descarga, es completamente metálico, compuesto por gajos de chapa abulonada y sellada en todas sus juntas, garantizando la estanqueidad del silo. Este cono está sostenido por un aro perimetral.

El cuerpo cilíndrico posee chapas galvanizadas conformadas con nervaduras que incrementan su rigidez, unidas entre sí por medio de bulones galvanizados y sellado de juntas.

Para facilitar el acceso de los usuarios, se proveen escaleras marineras y balcones de mantenimiento.

SILOS DE ALMACENAMIENTO	
Código	S-1 , S-2 , S-3
Capacidad volumétrica máxima	488 m ³
Capacidad másica de acopio grano máxima	340 toneladas
Material	Acero galvanizado
Dimensiones	Diámetro: 7,88 m
	Alto: 10 m

Tabla 25: características de los silos seleccionados - Fuente: Elaboración propia



Figure 23: figura ilustrativa de los silos seleccionados - Fuente: sitio oficial BACALINI

4.6.2 - Molienda: para la molienda de los granos de sorgo se requerirá un equipo de molienda marca “YUDA”, modelo “SFSP65×90A”.

Este equipo que se encuentra activo tarda aproximadamente 1 hora en realizar la molienda de la totalidad del grano que demandan los dos tanques de mezcla por ciclo, que se mencionan posteriormente.

Este equipo está construido a base de acero inoxidable y es apto para moler granos deshidratados o hasta con una humedad del 15%.

MOLINO	
Código	M-1
Marca	YUDA
Modelo	SFSP65x90 ^a
Potencia	110 Kw
Material	Acero inoxidable AISI 316
Capacidad	Mínima: 5,2 tn/h
	Máxima: 7 tn/h
Diámetro del rotor	675 mm
Velocidad de rotación	2970 rpm
Peso	2600 kg
Diámetro de entrada	< 30 mm
Diámetro de descarga	0,48 mm
Dimensiones	Longitud: 2,13 m
	Ancho: 1,665 m
	Alto: 1,61 m

Tabla 26: características del molino seleccionado - Fuente: elaboración propia



Figure 24: figura ilustrativa del molino seleccionado - Fuente: sitio oficial YUDA

4.6.3 - Mezcla, cocción y licuefacción: para estas operaciones se optó por el uso de tanques de agitación. Se utilizarán tres tanques con una capacidad máxima de 20 m³, dos en uso y uno de reemplazo. Cada uno de estos equipos, consta de una camisa de control de temperatura y conducciones de alimentación y descarga en la parte superior e inferior de cada equipo respectivamente. Se optó por tanques de fondo toriesférico, evitando así la presencia de vértices en su interior, en los cuales podría permanecer materia prima convirtiéndose en contaminantes para las futuras operaciones de cocción y licuefacción, si es que la limpieza y desinfección de los tanques no se realiza correctamente.

A continuación, se especifican las características generales de cada tanque.

TANQUE MEZCLA, COCCIÓN Y LICUEFACCIÓN	
Código	TM-1 , TM-2 , TM-3
Marca	Prettech
Modelo	Vertical
Capacidad	20.000 litros
Camisa control de temperatura	Si
Área de refrigeración	20 m ²
Dimensiones	Diámetro: 2,3 m
	Altura: 4,88 m
Material de construcción	Acero inoxidable AISI 304
Espesor de pared	3 mm
Sistema de inyección de vapor	Si
Válvula de muestreo	Si
Válvula de alivio	Si

Tabla 27: características del tanque seleccionado - Fuente: Elaboración propia



Figure 25: figura ilustrativa de los tanques seleccionados - Fuente: sitio oficial Prettech

Si bien los tanques tienen un volumen máximo de 20 m³, sólo el 80% de estos se mantendrá ocupado por nuestro sistema, mientras que el restante 20% permanecerá libre.

Para realizar la mezcla de los constituyentes dentro de cada tanque de mezcla, cocción y licuefacción, se realizó el cálculo de la potencia requerida por el agitador, teniendo en cuenta la densidad y viscosidad de esta suspensión formada.

Datos operativos:

DATOS DE OPERACIÓN	
Sistema a mezclar	25%: Harina de sorgo
	75%: Agua
Viscosidad del fluido	$4,67 \times 10^{-4}$ N.s/m ²
Presión de operación	3,5 atm
Temperatura de trabajo	T _{max} + 20°C = 140°C
Velocidad de agitación	200 rpm
Tiempo de operación	170 min/tanda
Objetivo de la agitación	Realizar una mezcla completa entre la harina de sorgo y el agua

Tabla 28: datos operativos - Fuente: Elaboración propia

La viscosidad y densidad de la suspensión se estimaron a partir de las densidades y viscosidades del agua y de la harina de sorgo:

Densidad del agua: $\rho_w = 983 \text{ kg/m}^3$

Densidad de harina de sorgo: $\rho_a = 0,5 \text{ kg/m}^3$

Densidad de la dispersión: $\rho_d = 0,75 \cdot \rho_w + 0,25 \cdot \rho_a = 737,375 \text{ kg/m}^3$

Para calcular la viscosidad se utiliza la ecuación de Einstein para suspensiones diluidas:

$$\mu_d = \mu_w(1 + [\mu]\phi)$$

Donde μ_d es la viscosidad de la dispersión, μ_w es la viscosidad del agua, $[\mu]$ es la viscosidad intrínseca, la cual adopta un valor de 2,5 para esferas rígidas y ϕ es la fracción volumétrica de sólidos.

$$\phi = \frac{\frac{0,25}{0,5}}{\frac{0,25}{0,5} + \frac{0,75}{983}} = 0,396$$

$$\mu_w = 4,67 \times 10^{-4} \text{ N.s/m}^2$$

A partir de estos datos se obtiene:

$$\mu_d = 4,67 \times 10^{-4} \frac{\text{N.s}}{\text{m}^2} (1 + 2,5 \cdot 0,396) = 9,2 \times 10^{-4} \frac{\text{N.s}}{\text{m}^2}$$

Considerando un diámetro del impulsor de 0,825 m y una velocidad de 200 rpm, el régimen de flujo es de 1.860.000.

Diámetro del impulsor: $D_a = 0,825$ m

Velocidad de giro del impulsor: $n = 200$ rpm = 3,33 rps

$$Re = n \cdot D_a^2 \cdot \rho_a / \mu_a = 3,3 \text{ rps} \cdot (0,825\text{m})^2 \cdot 737,375 \text{ kg/m}^3 / 9,2 \times 10^{-4} \frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\text{m}^2}$$

$$Re = 1,816 \times 10^6$$

Se determina el número de potencia (N_p) a partir del Número de Reynolds por medio del siguiente gráfico que relaciona ambas variables y el tipo de agitador mecánico.

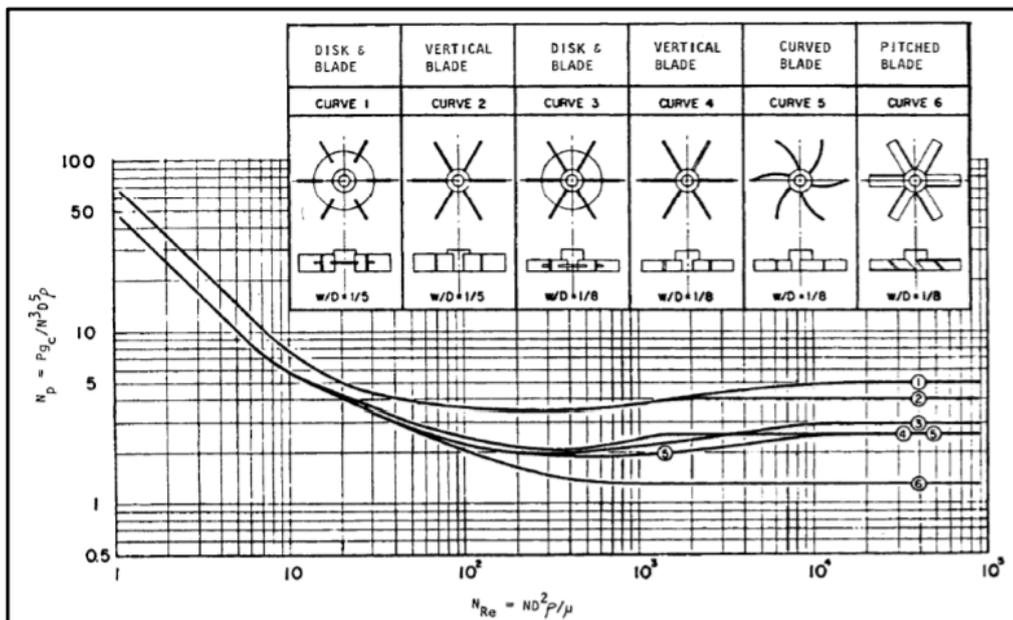


Figure 26: gráfica determinación N_p en función régimen de flujo - Fuente Wallas 1990

$$N_p = \frac{P}{N^3 D_a^5 \rho} = 5$$

Donde:

P = potencia de agitación del impulsor (watts)

N = velocidad de rotación [rps]

D_a = diámetro del agitador [m]

ρ = densidad del fluido [kg/m^3]

De la ecuación obtendremos la potencia del impulsor.

$$Potencia = Np \cdot N^3 D_a^5 \rho = 22,016 \text{ kW}$$

Considerando una eficiencia del motor del 70% y un 30% de pérdidas por fricción

$$Potencia = 22,016 \text{ kW} \cdot \frac{1,3}{0,7} = 40,99 \text{ kW}$$

La potencia consumida por el agitador de cada tanque de mezcla, cocción y licuefacción es de 40,99 kW.

En base a estos datos se optó por el siguiente modelo de agitación:

AGITADOR	
Código	AG-1 , AG-2 , AG-3
Tipo de agitador	Vertical
Modelo	FLUIMIX
Serie	VTR
Potencia de motor	1,5 / 60 KW
Velocidad de agitación	75 / 250 rpm
Longitud de eje	4 m
Etapas	2
Motor	ATEX
Turbina	Palas planas
Diámetro de turbina	400 / 1500 mm
Material de construcción	Acero inoxidable AISI 316

Tabla 29: características del agitador seleccionado - Fuente: Elaboración propia



Figura 27: figura ilustrativa del agitador seleccionado - Fuente: sitio oficial FLUIMIX

4.6.4 - Fermentación: para realizar el diseño de estos equipos es importante recordar que es una operación discontinua, en la cual tanto la sacarificación, como la fermentación se llevan a cabo en el mismo equipo, con una duración de 40 horas.

Este se cargará con el mosto y glucoamilasa, generando la ruptura de las cadenas de almidón, dejando glucosa disponible. A medida que la concentración de glucosa aumenta, la levadura inicia el proceso fermentativo, convirtiendo a la glucosa en etanol, liberando paralelamente CO_2 . Es por este motivo que el equipo deberá contar con una salida en la parte superior del tanque, por medio de la cual se captará dicho gas, para ser dirigido a una etapa de tratamiento específica.

También, hay que tener en cuenta que la fermentación es un proceso exotérmico, en el cual se genera la liberación de calor. Un aumento de temperatura en el sistema causa estrés en la levadura si ésta se sitúa por encima de los $35\text{ }^\circ\text{C}$, disminuyendo la eficiencia del proceso fermentativo. Por lo tanto, la regulación del calor producido se realizará mediante una camisa de refrigeración externa, la cual utilizará agua como fluido de refrigeración.

Cada tanque de fermentación tendrá un diseño cilíndrico, con una cabeza elipsoidal y con un diseño de fondo toriesférico. También contará con cuatro deflectores internos, para evitar la formación de vórtices, y contará también con un equipo de agitación, el cual garantizará que la levadura no sedimente y se estanque en el fondo del equipo.

Diseño de equipos de fermentación: A partir del volumen de líquido que se asignará en cada equipo de fermentación, se calcula la altura y el diámetro de cada tanque, asignando una relación altura:diámetro de 3:1, que es la apropiada para el diseño de tanques de fermentación.

Además, los equipos se diseñan de tal manera que exista una porción libre de líquido en la parte superior, equivalente al 25% de la altura del tanque.

- **Dimensiones principales del tanque de fermentación:**

Sabiendo que el volumen de mosto a tratar por semana es de 112,88 m³ y considerando un porcentaje libre en cada equipo de fermentación equivalente al 25% del volumen de cada equipo, el volumen total a tratar por semana será de 141,10 m³.

Volumen a tratar por semana = 112,88 m³

% libre de líquido = 25%

Volumen total semanal con espacio libre = 112,88 m³ . (1 + 0,25) = 141,10 m³

Se considera que cada fermentador tratará el 10% del volumen necesario por semana, es decir 14,11 m³

Volumen necesario para cada equipo de fermentación por semana = 14,11 m³

Teniendo en cuenta que cada etapa de sacarificación y fermentación tiene una duración de 40 horas por cada ciclo, la cantidad de fermentadores operativos necesarios por semana serán tres, más un equipo de fermentación que no estará en funcionamiento y cuya función será la de reemplazar a uno de los tres fermentadores que están trabajando en el caso que tengan algún desperfecto.

Volumen del tanque = $\pi \cdot Dt^2 \cdot H / 4 = \pi \cdot Dt^3 \cdot 3 / 4 \rightarrow Dt = 1,8 \text{ m} ; H = 5,45 \text{ m}$

Se pudo determinar, en base al volumen total a tratar, que el diámetro de cada tanque de fermentación será de 1,8 m. Mientras que su altura será de 5,45m, cumpliendo así la relación altura:diámetro de 3:1, que es la recomendada para el diseño de bioreactores de fermentación.

- **Cálculo de espesores del tanque de fermentación:**

El cálculo de los espesores se va a realizar según A.S.M.E. El material que se va a emplear para la fabricación será acero inoxidable AISI 304L. En primer lugar, para llevar a cabo el cálculo del espesor, es necesario definir la presión y la temperatura de diseño, y fijar un valor para el sobre espesor de corrosión admisible y una eficiencia de la soldadura. Con estos valores y, conocidas las

dimensiones del reactor, así como las características del acero empleado, se determina el espesor requerido.

La presión de diseño se estima como el doble del valor establecido para que se lleve a cabo la fermentación. Por lo que la presión de diseño será de 2 atm. Mientras que la temperatura de operación será de 35°C.

En las condiciones de operación indicadas, y teniendo presente que el material seleccionado es acero inoxidable AISI 304L, se toma un sobre espesor de corrosión de 0,8 mm, siendo las dimensiones del reactor de 1,8 m de diámetro interno, radio interno de 0,9 m y una altura de 5,4 m.

Para la eficacia de soldadura se toma un valor de 0,85. Serán soldaduras a tope. Una vez establecidos los datos necesarios mencionados anteriormente, se lleva a cabo el cálculo del espesor del cabezal inferior, superior y del cuerpo cilindro central.

- ***Determinación espesor y altura extremo superior:***

$$s \text{ (mm)} = \left(\frac{0,885 \cdot P_d \cdot R_{int}}{S \cdot E - 0,1 \cdot P} + t_{corr} \right) \cdot 1,1$$

En la que:

P_d = presión de diseño, calculada como $P_{op} \cdot 1,1 = 2,2 \text{ atm}$

R_{int} = radio interior de la columna = 0,9 m = 900 mm

S = característica del material a la temperatura de diseño = 1.650 atm

E = eficacia de soldadura = 0,85

t_{corr} = sobre espesor de corrosión = 0,8 mm

Sustituyendo en la expresión anterior, se determina que el espesor mínimo del cabezal del fermentador es de 2,25mm, por lo que se escoge un espesor de 2,5 mm para el cabezal. Mientras que los demás parámetros del cabezal a determinar son:

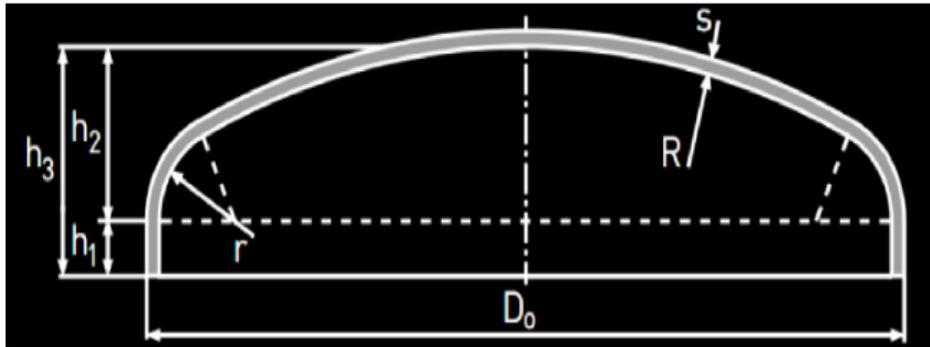


Figure 28: ilustración de las características de la cabeza del tanque - Fuente: sitio oficial I.D.E.A Juan Pablo Iriarte

$$D_{int} = 1,8 \text{ m} = 1800 \text{ mm}$$

$$r = 0,1 \cdot D_{int} = 0,15 \text{ m} = 180 \text{ mm}$$

$$h_1 = 3,5 \cdot s = 3,5 \cdot 2,5 \text{ mm} = 8,75 \text{ mm}$$

$$h_2 = 0,1935 \cdot D_{int} - 0,455 \cdot s = 0,1935 \cdot 1500 \text{ mm} - 0,455 \cdot 2 \text{ mm} = 347,16 \text{ mm}$$

$$h_3 = h_1 + h_2 = 355,91 \text{ mm}$$

Donde se determina que la altura del cabezal es de 0,356 m

- **Determinación espesor y altura del fondo:**

Para la determinación del espesor del cabezal inferior de la carcasa del destilador se ha de determinar la presión hidrostática de la carcasa, que es la que representa la presión que ejercería el líquido en el interior del equipo en el supuesto de que esté completamente lleno de fluido. Entonces:

$$P_{hidrostática} = \rho \cdot g \cdot h_{liq}$$

$$P_{hidrostática} = 791,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 5,4 \text{ m} = 9,9 \text{ m} = 41928,92 \text{ Pa} = 0,4138 \text{ atm}$$

La presión total en el fondo viene dada por la suma de la presión de operación y la presión hidrostática, cuyo valor asciende a 2,4138 atm, por lo que se redondea a 2,5 atm a fines prácticos.

Tomando esa presión, y haciendo uso de la misma expresión matemática del código ASME usada anteriormente y las condiciones especificadas, se determina que el espesor mínimo del fondo es de 2,6 mm, por lo que se elige un espesor de 3mm

$$P_d = \text{presión de diseño, calculada como } P_{total} \cdot 1,1 = 2,75 \text{ atm}$$

$$D_{int} = \text{diámetro interior de la columna} = 1,8 \text{ m} = 1800 \text{ mm}$$

$$R_{int} = \text{radio interior de la columna} = 0,9 \text{ m} = 900 \text{ mm}$$

$$S = \text{característica del material a la temperatura de diseño} = 1.650 \text{ atm}$$

E = eficacia de soldadura = por defecto se toma un valor de 0,85

t_{corr} = sobre espesor de corrosión = 0,8 mm

El resto de parámetros para la determinación de la altura de la sección de fondo se realiza de igual forma que en los cálculos explicados para el cabezal, siendo la altura del fondo de la columna de 296,34 mm.

$D_{int} = 1,8 \text{ m} = 1800 \text{ mm}$

$r = 0,1 \cdot D_{int} = 0,18 \text{ m} = 180 \text{ mm}$

$h_1 = 3,5 \cdot s = 3,5 \cdot 3 \text{ mm} = 10,5 \text{ mm}$

$h_2 = 0,1935 \cdot D_{int} - 0,455 \cdot s = 0,1935 \cdot 1800 \text{ mm} - 0,455 \cdot 3 \text{ mm} = 346,93 \text{ mm}$

$h_3 = h_1 + h_2 = 357,43 \text{ mm}$

- **Determinación espesor y altura del cuerpo cilíndrico:**

Para la determinación del espesor del cuerpo cilíndrico de la carcasa de la primera columna, se hace uso de la siguiente expresión matemática según el código ASME:

$$s \text{ (mm)} = \left(\frac{P_d \cdot D_{int}}{2 \cdot E \cdot S - 1,2 \cdot P_d} + t_{cor} \right) \cdot 1,1$$

En la que el parámetro de la ecuación toma los mismos valores que en el cálculo del espesor del cabezal superior de la carcasa.

P_d = presión de diseño, calculada como $P_{op} \cdot 1,1 = 2,2 \text{ atm}$

D_{int} = diámetro interior de la columna = 1,8 m = 1800 mm

S = característica del material a la temperatura de diseño = 1.650 atm

E = eficacia de soldadura = por defecto se toma un valor de 0,85

t_{corr} = sobre espesor de corrosión = 0,8 mm

Sustituyendo en la ecuación se determina que el espesor mínimo del cuerpo cilíndrico de la carcasa del primer destilador es de 2,26 mm. Por lo que, al igual que el cabezal, el espesor será de 2,5 mm.

A continuación, se especifican las características principales de los fermentadores seleccionados:

TANQUE DE FERMENTACIÓN	
Código	TF-1 , TF-2 , TF-3 , TF-4
Material	Acero inoxidable AISI 305L
Volumen	14,11 m ³
Dimensiones	Diámetro: 1,8 m
	Altura: 5,45 m
Espesor de pared	2,6 mm
Sistema de intercambio de calor	Camisa de refrigeración

Tabla 30: características de los tanques de fermentación diseñados - Fuente: Elaboración propia

Dimensionamiento del sistema de agitación:

Para su elección se determinan las dimensiones características del equipo y la potencia requerida. En base a esa información se elegirá el equipo de agitación que mejor se adecue a dichas especificaciones.

Se selecciona un sistema de agitación múltiple de 3 etapas, cada una de ellas con una turbina de 6 palas planas, las cuales proporcionan un patrón de flujo mayoritariamente radial.

Las dimensiones de cada agitador se calculan siguiendo la normativa ASTM para equipos de agitación estándar, las cuales se presentan a continuación:

CARACT. AGITADOR	
Da/Dt	0,33
J/Dt	0,1
E/Da	1
L/Da	0,25
W/Da	0,2

Tabla 31: normativa para diseño agitadores - Fuente: Normativa ASTM

Donde:

Da = diámetro del agitador

Dt = diámetro del tanque

J = ancho de deflectores

W = ancho del impulsor

S = separación entre impulsores

N = número de impulsores

Le = longitud del eje = (H-E)

E = distancia desde el fondo del tanque hasta el impulsor

Realizando el cálculo de las dimensiones características del sistema de agitación:

AGITADOR	
Diámetro tanque = Dt	1,8 m
Altura tanque = Ht	5,4 m
Volumen tanque = Vt	14,11 m ³
Diámetro impulsor = Da	0,66 m
Ancho deflectores = J	0,18 m
Distancia desde fondo hasta el impulsor = E	0,66 m
Longitud del impulsor = L	0,165 m
Ancho del impulsor = W	0,132 m
Longitud del eje = Le	4,8 m
N = número de impulsores	3
S = separación entre impulsores	1,35 m

Tabla 32: características del agitador diseñado - Fuente: elaboración propia

Cálculo de potencia consumida por el agitador:

Composición de fluido a agitar y fermentar:

- 70% glucosa, con densidad = 1540 kg/m³
- 30% mosto, con densidad de = 737,375 kg/m³

Densidad mosto fermentable = 0,7 . 1540 kg/m³ + 0,3 . 737,375 kg/m³

Densidad mosto fermentable = 1190,0125 kg/m³

Viscosidad del mosto : $\mu_m = 4,67 \times 10^{-4} \text{ N.s/m}^2$

Para calcular la viscosidad del mosto fermentable se utiliza la ecuación de Einstein para suspensiones diluidas:

$$\mu_d = \mu_m(1 + [\mu]\phi)$$

Donde μ_d es la viscosidad de la dispersión, μ_w es la viscosidad del agua, $[\mu]$ es la viscosidad intrínseca, la cual adopta un valor de 2,5 para esferas rígidas y ϕ es la fracción volumétrica de sólidos.

$$\phi = \frac{\frac{0,3}{737,375}}{\frac{0,3}{737,375} + \frac{0,7}{1540}} = 0,4723$$

A partir de estos datos se obtiene:

$$\mu_a = 4,67 \times 10^{-4} \frac{N \cdot s}{m^2} (1 + 2,5 \cdot 0,4723) = 1,0184 \times 10^{-3} \frac{N \cdot s}{m^2}$$

El tipo de impulsor recomendado para esta actividad es la turbina de 6 palas planas. Según la bibliografía consultada, la velocidad de agitación óptima se encuentra en el rango de 50 a 400 rpm, por lo que considera una velocidad de agitación de 200 rpm

Velocidad de agitación = 200 rpm = 3,33 rps

$$Re = n \cdot Da^2 \cdot \rho_a / \mu_a = 3,33 \text{ rps} \cdot (0,6\text{m})^2 \cdot 1190,0125 \text{ kg/m}^3 / 1,0184 \times 10^{-3} \frac{N \cdot s}{m^2}$$

$$Re = 1,4 \times 10^6$$

Se calcula el Número de potencia (Np) a partir del Número de Reynolds a partir de un Gráfico que relaciona ambas variables y el tipo de agitador mecánico. Para este caso, la curva número dos es la correspondiente a una turbina de 6 palas planas.

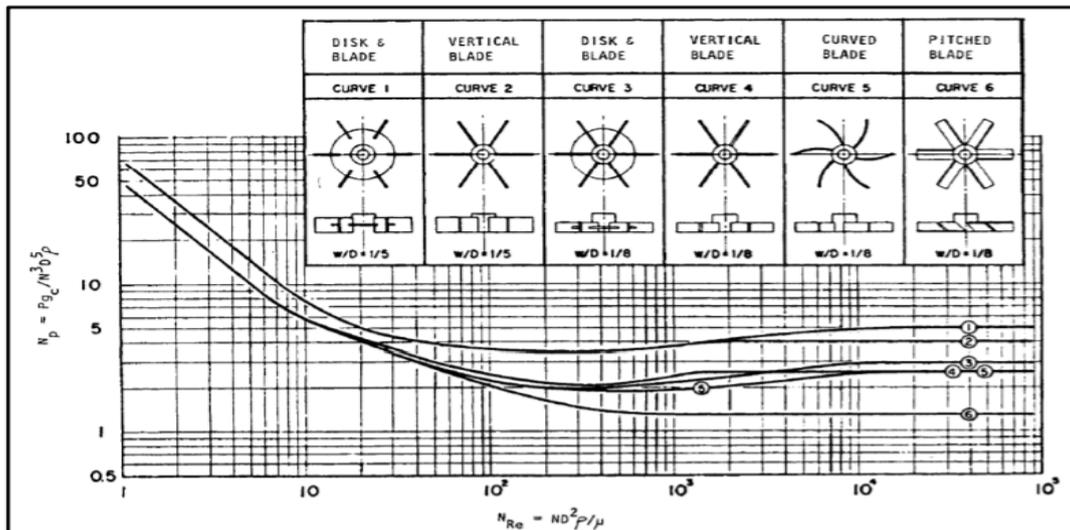


Figure 29: gráfica determinación Np en función régimen de flujo – Fuente: Wallas 1990

$$Np = \frac{P}{N^3 D_a^5 \rho} = 4$$

Donde:

P = potencia de agitación del impulsor (watts)

N = velocidad de rotación = 3,33 [rps]

Da = diámetro del agitador = 0,6 [m]

ρ = densidad del fluido = 1190,0125 [kg/m³]

De esta ecuación obtendremos la potencia del impulsor.

$$Potencia = Np \cdot n^3 D_a^5 \rho = 13,6 \text{ kW}$$

Considerando una eficiencia del motor del 70% y pérdidas por fricción del 20%, la potencia real consumida será de:

$$Potencia = 13,6 \text{ W} \cdot \frac{1,2}{0,7} = 23,31 \text{ kW}$$

En base a la velocidad de agitación elegida, de 200 rpm, y a la potencia consumida, de 23,31 kW, se optó por un agitador FLUIMIX serie "VTR", vertical de 3 etapas, cada una con 6 palas planas, el cual estará acoplado en un equipo de elevación que facilita el desplazamiento vertical del agitador y permite utilizarlo en depósitos de grandes volúmenes. Además, facilita la operación y el mantenimiento de los equipos.

En la siguiente tabla se presentan las principales características del sistema de agitación elegido.

AGITADOR	
Código	AG-5 , AG-6 . AG-7
Tipo de agitador	Vertical
Modelo	FLUIMIX
Serie	VTR
Potencia de motor (kW)	1,5 / 60 Kw
Velocidad de agitación (rpm)	75 / 250
Longitud máxima de eje (m)	7 m
Etapas	3
Motor	ATEX
Turbina	6 palas planas
Diámetro de turbina (mm)	400 / 1500
Material de construcción	Acero inoxidable AISI 316

Tabla 33: características del agitador seleccionado - Fuente: sitio oficial FLUIMIX



Figura 30: figura ilustrativa del agitador seleccionado - Fuente: sitio oficial FLUIMIX

4.6.6 - Centrifugación: esta operación tiene como fin tratar la corriente de mosto fermentado que egresa de la etapa de fermentación. Su objetivo es el de retirar los sólidos presentes, compuestos mayoritariamente por residuos de harina de sorgo y levadura. Si estos no fueran retirados se generarían incrustaciones en la pared interna de la columna y el reboiler, produciendo no solo una disminución en el área de transferencia de calor del equipo y por ende una disminución en la eficiencia de la transmisión de calor del mismo, sino que demandaría un mayor mantenimiento del equipo. De ser así, esto se traduciría en mayores gastos económicos.

Por tal motivo se optó por contar con una centrífuga del tipo “Sedicanter Flottweg” modelo “S4E-3”. Este equipo, a diferencia del decanter tradicional, está diseñado para la separación de suspensiones con sólidos finos, como son los presentes en el mosto fermentado.

Cuenta con un tambor macizo y un tornillo sinfín situado en el interior del tambor, la fuerza centrífuga es generada por la rotación del tambor, mientras que el tornillo sinfín gira a una velocidad diferencial relativa a la del tambor y causa así el transporte de los sólidos separados.

Es un equipo recomendado para ser implementado en procesos biotecnológicos industriales, como en la separación eficiente de la biomasa proveniente de caldos de fermentación, recuperación de vitaminas y enzimas, el cual garantiza la separación del 99% de los sólidos presentes en el caudal de alimentación tratado.

CENTRÍFUGA	
Código	CF-1
Modelo	S4E-3
Diámetro del tambor	470 mm
Velocidad del tambor	5000 rpm
Velocidad diferencial	1.5 – 30 rpm
Materiales de construcción	Acero inoxidable AISI 316
Dimensiones	Longitud: 3,22 m
	Ancho: 1 m
	Alto: 1,2 m
Peso bruto	3100 kg
Potencia del motor para el accionamiento del tambor	37 KW
Potencia del motor para el accionamiento del tornillo sinfin	5.5 KW
Capacidad	4 - 15 tn/h

Tabla 34: características de la centrífuga seleccionada - Fuente: Elaboración propia



Figure 31: imagen ilustrativa de la centrífuga seleccionada - Fuente: sitio oficial FLOTTWEG

4.6.7 - Tanque de alimentación: el mosto fermentado que egresa de los fermentadores y ha sido posteriormente centrifugado debe pasar por un sistema de separación de sus constituyentes, para obtener finalmente el etanol anhidro, es decir, con una concentración del 99,5% p/p. Dicho sistema está constituido por columnas de destilación y tamices moleculares, los cuales trabajan en estado de operación estacionario, es decir, de manera continua. Es esta la razón por la cual se necesitan equipos de

almacenamiento tipo “pulmón”, los cuales posean un gran volumen y garanticen un caudal de alimentación constante.

Por ello se seleccionaron 2 tanques con una capacidad máxima de 22 m³. Cada uno consta de una camisa de control de temperatura, conducciones de alimentación en la parte superior y de descarga en la parte lateral.

Dichos tanques poseen fondos toriesféricos, evitando así la presencia de vértices en su interior, en los cuales podría permanecer materia prima convirtiéndose en contaminantes. Además, dicho fondo posee una conducción de descarga con el fin de purgar ese 1% de sólidos remanentes en el mosto fermentado tras la operación de centrifugación, los cuales decantan en fondo de cada tanque, garantizando de este modo que la alimentación a las columnas de destilación se encuentre libre de componentes sólidos.

TANQUE PULMÓN	
Código	TP-1 , TP-2
Marca	INOXIL
Capacidad	22.000 litros
Camisa control de temperatura	Si
Diámetro	2,8 m
Altura	3,5 m
Material de construcción	Acero inoxidable AISI 316
Espesor de pared	7 mm

Tabla 35: características del tanque pulmón seleccionado - Fuente: elaboración propia



Figure 32: imagen ilustrativa del tanque seleccionado - Fuente: sitio oficial INOXIL

Si bien los tanques tienen un volumen máximo de 22m^3 , solo el 90% de estos se mantendrá ocupado por nuestro sistema, mientras que el restante 10% permanecerá libre.

4.6.8 - Sistema de separación: el objetivo del sistema a diseñar es purificar la corriente que egresa de los reactores de fermentación, hasta obtener el producto principal con las especificaciones necesarias para su posterior comercialización. Para ello, se propuso un sistema de separación en serie, el cual consiste en dos columnas de destilación y, posteriormente, dos tamices moleculares. Todos ellos trabajando en estado de operación estacionario.

4.6.8.1 - Columnas de destilación: la primera columna de separación, denominada destilador, genera una considerable separación del agua de la mezcla, y la segunda columna, denominada rectificador, purifica la corriente, separando el aceite de fusel y agua hasta obtener una concentración final de 90% p/p etanol.

El diseño de ambas columnas se lleva a cabo mediante el software UniSim Design R390.1, seleccionando como paquete de fluido termodinámico el NRTL para la separación de la mezcla, partiendo de la composición y condiciones de salida de cada reactor de fermentación.

Ambas serán columnas de platos perforados, cada una operando con un condensador total y un rehervidor parcial generando un corriente de condensado y vapor respectivamente, las cuales son recirculadas a cada columna. En estos equipos la operación se lleva a cabo en etapas, donde cada uno de estos platos facilita una mezcla íntima entre las corrientes de líquido y vapor, alcanzando el equilibrio en cada uno de ellos.

El líquido pasa de un plato a otro por gravedad en sentido descendente, mientras que el vapor fluye en sentido ascendente a través de las ranuras de cada plato, burbujeando a través del líquido.

La columna es diseñada de tal manera que cada plato es capaz de tratar las cantidades adecuadas de líquido y vapor sin una inundación o un arrastre excesivo, considerando que la caída de presión en el plato es mínima.

Diseño de columnas: la corriente de salida de los reactores de fermentación, tras pasar por una etapa de centrifugación en la que se retira casi la totalidad de los sólidos presentes y un posterior paso por un tanque pulmón, en el cual se sedimentan los sólidos remanentes, es la alimentación de la primera columna del sistema y sus condiciones se detallan a continuación:

CONDICIONES DE ALIMENTACIÓN A LA PRIMERA COLUMNA	
Presión	1 atm
Temperatura	35 °C
Caudal másico total	418,3 kg/h
Caudal másico de etanol	134 Kg/h
Caudal másico de agua	284 Kg/h
Caudal másico de aceite de fusel	0,3 Kg/h

Tabla 36: condiciones operativas de la primer columna - Fuente: elaboración propia

Esta corriente es alimentada a la primera columna de destilación, la cual entra por el plato óptimo de ingreso a la torre. En esta primera etapa se obtiene por el tope una corriente gaseosa compuesta por agua y también la totalidad del etanol y aceite de fusel que ingresó a la columna. Mientras que, por el fondo, egresa una corriente líquida compuesta únicamente por agua, la cual se dirige hacia un rehervidor. Esta genera una evaporación parcial del agua, siendo la fracción evaporada recirculada a la columna.

La mezcla gaseosa que sale por la cabeza de esta primera columna circula por un intercambiador de calor externo, donde se condensa totalmente, siendo una fracción de este condensado recirculado a la columna, mientras que la otra fracción se alimenta a la segunda columna.

Análogamente, de este equipo egresa por el tope una corriente gaseosa, compuesta por etanol y agua, mientras que la corriente de fondo es una corriente líquida que está compuesta mayoritariamente por agua, por todo el aceite de fusel que ingresó e ínfimas trazas de etanol.

El sistema descrito anteriormente, se simula con la herramienta computacional UniSim Design.

Es importante aclarar, que para el diseño de las columnas se supuso que la eficiencia es ideal y que la caída de presión a lo largo de la columna es despreciable.

Si bien dicha suposición no es real, es una forma de estimar el tamaño y condiciones de operación de cada torre.

En la siguiente imagen se ilustra el arreglo de las torres y, en las tablas que se encuentran a continuación, las especificaciones de las corrientes.

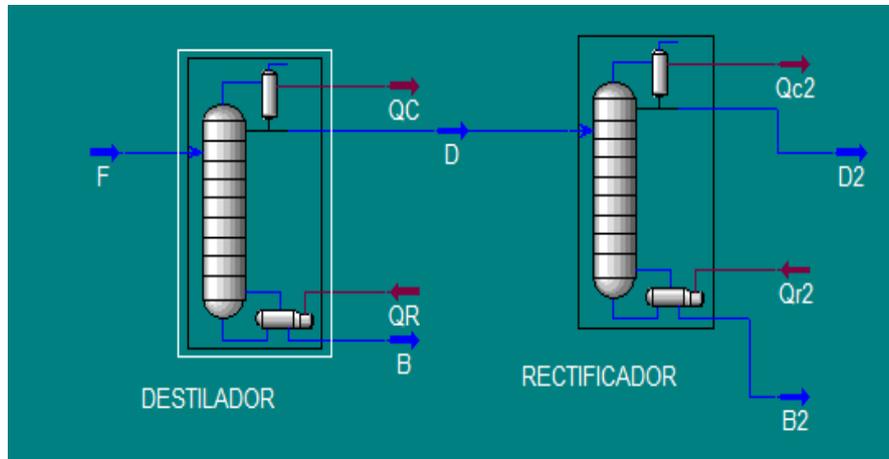


Figura 33: imagen representativa del sistema de columnas diseñadas - Fuente: elaboración propia

	COLUMNA 1: DESTILACIÓN	COLUMNA 2: RECTIFICACIÓN
Código	CD1	CD2
Nº de platos teóricos	14	28
Plato teórico de alimentación	2	19
Relación de reflujo	0,936	1,1
Altura de cada plato teórico	0,55 m	
Altura teórica de torre	7,7 m	15,40 m
Diámetro de columna	1,5 m	
Calor suministrado en el rehovador	986323,2 KJ/h	
Calor retirado en el condensador	475917,84 KJ/h	
Δ Presión	0 atm	

Tabla 37: características operativas teóricas de las columnas - Fuente: elaboración propia

En las siguientes tablas se plasman las corrientes, caudales másicos, composiciones molares y condiciones de operación de ambas columnas, obtenidos mediante la simulación.

PRIMER COLUMNA: DESTILACIÓN						
CORRIENTE	CAUDAL (Kg/h)	PRESIÓN (atm)	TEMPERATURA (°C)	COMPOSICIÓN MOLAR (Kmol/kmol total)		
				AGUA	ETANOL	ACEITE FUSEL
F = ALIMENTACIÓN	418,3	1	35	0,84	0,156	0,0002
D = DESTILADO	284,7	1	82,05	0,74	0,258	0,0003
B = FONDO	133,6	1	100	1	0	0
SEGUNDA COLUMNA: RECTIFICACIÓN						
CORRIENTE	CAUDAL (Kg/h)	PRESIÓN (atm)	TEMPERATURA (°C)	COMPOSICIÓN MOLAR (Kmol/kmol total)		
				AGUA	ETANOL	ACEITE FUSEL
D = ALIMENTACIÓN	284,7	1	82,2	0,74	0,258	0,0003
D2 = DESTILADO	146	1	78,34	0,23	0,77	0
B2 = FONDO	138,7	1	97,29	0,99	0,0096	0,0004

Tabla 38: características de las corrientes intervinientes en cada columna - Fuente: elaboración propia

Una vez obtenido el diámetro y la altura teórica de las columnas, así como de la composición de las corrientes y condiciones de operación mediante el software, es preciso llevar a cabo la determinación de la altura real de ambas columnas y el cálculo del espesor de pared de las mismas.

La determinación del espesor y de la altura se realiza de forma conjunta y por secciones, separándose el cálculo del cuerpo cilíndrico de los extremos superior e inferior de cada columna.

Para la determinación de los espesores de la columna, se tendrá en cuenta que el material de construcción es acero inoxidable AISI 304L.

- Tipo de plato:

El tipo de plato seleccionado para ambas columnas en el cálculo realizado por el software Unisim es de tipo perforado. Este tipo de plato es el de uso más extendido en la industria debido a la simplicidad de su construcción y a su bajo costo comparado con otros tipos de platos.

Su estructura consiste en placas de metal de acero inoxidable AISI 304L con perforaciones donde el vapor y el líquido entran en íntimo contacto favoreciendo la separación de los componentes. Además, posee un conducto en el borde de cada placa por donde el líquido fluye de un plato al siguiente para evitar su acumulación excesiva.

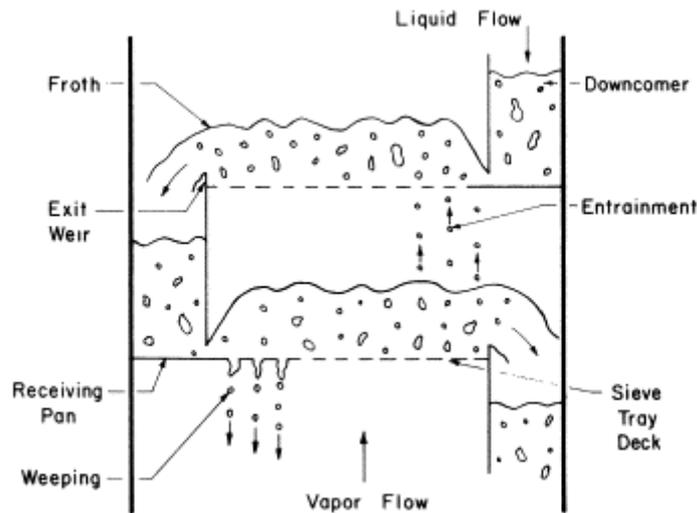


Figure 34: imagen ilustrativa del plato seleccionado - Fuente: blog oficial "BIOSEPARACIÓN DE FLUIDOS"

Cálculo de espesores y altura: columna de destilación

- Determinación espesor y altura del extremo superior:

Para la determinación del espesor de la columna en el extremo superior de la columna de separación, dado que la presión de operación es inferior a 10 atm se escoge un cabezal toriesférico.

La ecuación que se emplea para la determinación del espesor del cabezal de la columna de separación en el código ASME es:

$$s \text{ (mm)} = \left(\frac{0,885 \cdot P_d \cdot R_{int}}{S \cdot E - 0,1 \cdot P} + t_{corr} \right) \cdot 1,1$$

P_d = presión de diseño, calculada como $P_{op} \cdot 1,1 = 1,1 \text{ atm}$

R_{int} = radio interior de la columna = $0,75 \text{ m} = 750 \text{ mm}$

S = característica del material a la temperatura de diseño = 1.650 atm

E = eficacia de soldadura = por defecto se toma un valor de $0,85$

t_{corr} = sobre espesor de corrosión = $0,8 \text{ mm}$

Sustituyendo en la expresión anterior, se determina que el espesor mínimo del cabezal de la columna de separación es de $1,4526 \text{ mm}$, por lo que se escoge un espesor de 2 mm para el cabezal.

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	15,6	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	---	---	

Tabla 39: especificaciones del acero en función de la temperatura – Fuente: estructuras de acero 5ta ed. McCorman

Los parámetros del cabezal a determinar son:

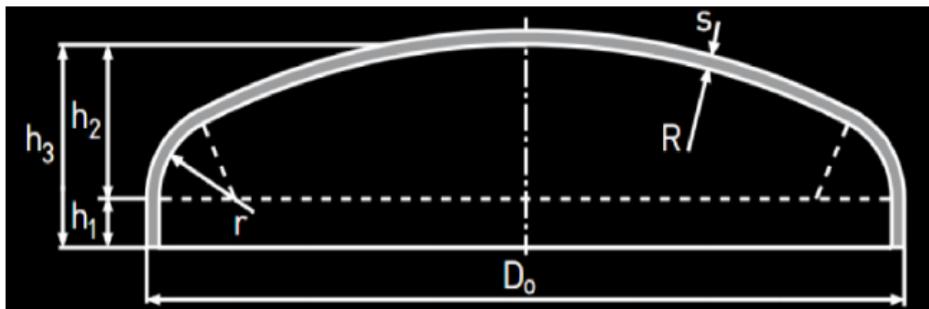


Figura 35: ilustración de las características de la cabeza del tanque - Fuente: sitio oficial I.D.E.A Juan Pablo Iriarte

$$D_{int} = 1,5 \text{ m} = 1500 \text{ mm}$$

$$r = 0,1 \cdot D_{int} = 0,15 \text{ m} = 150 \text{ mm}$$

$$h_1 = 3,5 \cdot s = 3,5 \cdot 2 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$$

$$h_2 = 0,1935 \cdot D_{int} - 0,455 \cdot s = 0,1935 \cdot 1500 \text{ mm} - 0,455 \cdot 2 \text{ mm} = 289,34 \text{ mm}$$

$$h_3 = h_1 + h_2 = 296,34 \text{ mm}$$

Donde se determina que la altura del cabezal es de 0,29634 m

- Determinación espesor y altura del fondo:

Para la determinación del espesor del cabezal inferior de la carcasa del destilador se ha de determinar la presión hidrostática de la carcasa, que es la que representa la presión que ejercería el líquido en el interior de la carcasa en el supuesto de que toda la carcasa se encontrase llena de fluido.

La altura del líquido se determina a partir de la separación entre platos determinada por UniSim Design, de valor igual a 0,55 m, teniendo presente que el número de etapas reales, N, se determina como:

$$N = N_{teórica} / E_{plato} = 14 / 0,8 = 17,5 \text{ etapas} = 18 \text{ etapas}$$

$$N = 18 \text{ etapas reales}$$

$$h_{liq} = 18 \cdot 0,55 \text{ m} = 9,9 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{hidrostática}} = \rho \cdot g \cdot h_{\text{liq}} = 791,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m} = 9,9 \text{ m} = 76869 \text{ Pa} = 0,76 \text{ atm}$$

La presión total en el fondo viene dada por la suma de la presión de operación y la presión hidrostática, cuyo valor asciende a 1,76 atm, por lo que se redondea a 2 atm a fines prácticos.

Tomando esa presión, y haciendo uso de la misma expresión matemática del código ASME usada anteriormente y las condiciones especificadas, se determina que el espesor mínimo del fondo de la carcasa es también de 2mm.

$$P_d = \text{presión de diseño, calculada como } P_{\text{total}} \cdot 1,1 = 2,2 \text{ atm}$$

$$D_{\text{int}} = \text{diámetro interior de la columna} = 1,5 \text{ m} = 1500 \text{ mm}$$

$$R_{\text{int}} = \text{radio interior de la columna} = 0,75 \text{ m} = 750 \text{ mm}$$

$$S = \text{característica del material a la temperatura de diseño} = 1.650 \text{ atm}$$

$$E = \text{eficacia de soldadura} = \text{por defecto se toma un valor de } 0,85$$

$$t_{\text{corr}} = \text{sobre espesor de corrosión} = 0,8 \text{ mm}$$

El resto de parámetros para la determinación de la altura de la sección de fondo de la carcasa se realiza de igual forma que en los cálculos explicados para el cabezal, siendo la altura del fondo de la columna de 296,34 mm.

$$D_{\text{int}} = 1,5 \text{ m} = 1500 \text{ mm}$$

$$r = 0,1 \cdot D_{\text{int}} = 0,15 \text{ m} = 150 \text{ mm}$$

$$h_1 = 3,5 \cdot s = 3,5 \cdot 2 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$$

$$h_2 = 0,1935 \cdot D_{\text{int}} - 0,455 \cdot s = 0,1935 \cdot 1500 \text{ mm} - 0,455 \cdot 2 \text{ mm} = 289,34 \text{ mm}$$

$$h_3 = h_1 + h_2 = 296,34 \text{ mm}$$

- **Determinación espesor y altura del cuerpo cilíndrico:**

Para la determinación del espesor del cuerpo cilíndrico de la carcasa de la primera columna, se hace uso de la siguiente expresión matemática según el código ASME:

$$s \text{ (mm)} = \left(\frac{P_d \cdot D_{\text{int}}}{2 \cdot E \cdot S - 1,2 \cdot P_d} + t_{\text{cor}} \right) \cdot 1,1$$

En la que el parámetro de la ecuación toma los mismos valores que en el cálculo del espesor del cabezal superior de la carcasa.

$$P_d = \text{presión de diseño, calculada como } P_{\text{op}} \cdot 1,1 = 1,1 \text{ atm}$$

D_{int} = diámetro interior de la columna = 1,5 m = 1500 mm

S = característica del material a la temperatura de diseño = 1.650 atm

E = eficacia de soldadura = por defecto se toma un valor de 0,85

t_{corr} = sobre espesor de corrosión = 0,8 mm

Sustituyendo en la ecuación se determina que el espesor mínimo del cuerpo cilíndrico de la carcasa del primer destilador es de 1,53 mm. Por lo que, al igual que el cabezal y que el fondo, el espesor será de 2 mm.

Realizados los cálculos anteriores, se procede a la determinación de la altura total de la columna de separación mediante el empleo de la siguiente expresión matemática:

$$h_{columna} = (N - 1) \cdot d_p + N \cdot e_p + h_{cabezal} + h_{fondo}$$

Donde:

Altura del cabezal = 296,34 mm

Altura del fondo = 296,34 mm

Número de etapas reales = 18

d_p = separación entre platos = 0,55 m

e_p = espesor platos = 0,003 m

Altura columna = (18 etapas - 1 etapa) 0,55 m/etapa + (18 etapas . 0.003 m/etapa) + 2 . 0,29634m

Altura columna = 10,48 m

Por lo que la altura que se determina óptima para esta primera columna es de 10,48 m. En la tabla siguiente se muestran a modo de resumen las principales características de la columna de separación diseñada:

COLUMNA DE DESTILACIÓN	
Código	CD-1
Material de construcción	Acero inoxidable, AISI 304L
Componentes principales	Agua, etanol y aceite de fusel
Presión de operación	1 atm
Temp. máxima operación	100°C
Etapas teóricas	14
Etapas reales	18
Espacio entre platos	0,55 m
Etapas alimentación teórica	2
Etapas alimentación real	3
Etapas extracción por cabezas	1
Etapas extracción por fondos	17
Composición cabeza	Etanol: 2,92 kmol/h
	Agua: 8,37 kmol/h
	Aceite de Fusel: 0,003387 kmol/h
Composición fondo	Agua: 7,4 kmol/h
Diámetro de columna	1,5 m
Espesor del cabezal	2 mm
Espesor del cilindro	
Espesor del fondo	

Tabla 40: características finales de la columna destilación diseñada - Fuente: elaboración propia

Dicho equipo consta de dos intercambiadores de calor. Un condensador total, el cual condensa la totalidad corriente gaseosa que egresa de la columna por el primer plato, y un rehervidor, el cual vaporiza una fracción de la corriente líquida que egresa por el fondo.

A continuación, se grafica la disposición de los equipos, corrientes y se realiza el diseño de los intercambiadores de calor mencionados.

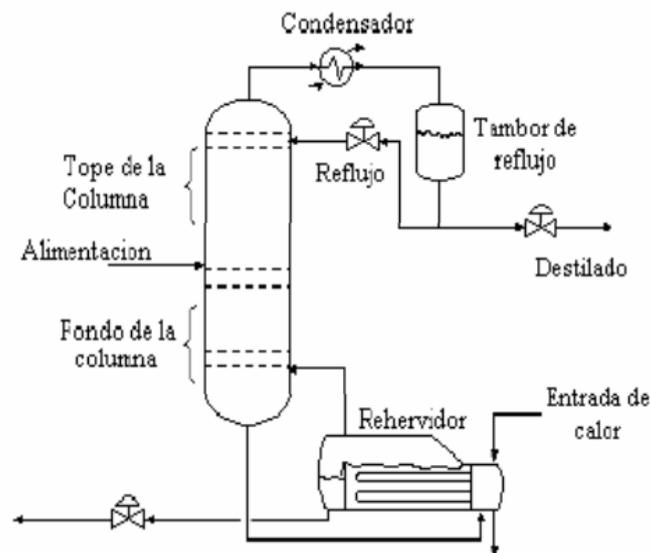


Figure 36: ilustración del sistema complementario de la torre diseñada - Fuente: blog oficial "BIOSEPARACION DE FLUIDOS"

4.6.8.2 - Diseño del condensador: este equipo trata la corriente gaseosa que egresa por la cabeza de la torre. Es un condensador "total", es decir, condensa la totalidad de la masa de gas que trata, con el fin de que una fracción del condensado obtenido sea recirculado a la columna, mientras que la otra fracción sea impulsada como alimentación a la segunda torre.

El equipo diseñado es un intercambiador de carcasa y tubos, que opera de manera continua, recibiendo la corriente gaseosa, denominada "fluido caliente" el cual circula por los tubos del equipo y se condensa por medio del intercambio de calor con un "fluido frío", que será agua, la cual circula por el lado de la carcasa.

Este intercambiador de calor está diseñado para operar con dos pasos de fluido por los tubos y un paso por la carcasa.

En la siguiente tabla se especifican las condiciones del "fluido caliente" al ingresar en fase gaseosa a 92,66°C y egresar del condensador en fase líquida a 82,05 °C, por el lado de los tubos:

	VAPOR	LÍQUIDO
Fluido Caliente	Mezcla: etanol, agua y aceite de fusel	
Caudal másico: m_{caliente}	285,6 kg/h	
Presión	1 atm	
Conductividad térmica	0,01947 W/m°C	0,17 W/m°C
Calor específico	1,458 KJ/Kg°C	3,9 KJ/Kg°C
Viscosidad dinámica	0,0000044 Pa.s	0,0004185 Pa.s
Densidad	0,319 kg/m ³	883,9 kg/m ³
Calor latente de condensación	1625 KJ/Kg	

Tabla 41: propiedades del fluido caliente - Fuente: elaboración propia

En el diseño del equipo se tiene en cuenta que, al ser un cambio de temperatura considerable de 10°C, el área de intercambio a determinar considera de manera conjunta el intercambio, tanto de calor sensible, como latente.

Q = calor total intercambiado

$$Q = Q_{\text{latente}} + Q_{\text{sensible}} = m_{\text{caliente}} \cdot \Delta H_{\text{caliente}} + m_{\text{caliente}} \cdot c_{p\text{caliente líquido}} \cdot (T_2 - T_1)_{\text{caliente}}$$

$$Q = 285,6 \text{ kg/h} \cdot 3,9 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{C} \cdot (92,66 - 82,05)^\circ\text{C} + 285,6 \text{ kg/h} \cdot 1625 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q = 475.917,84 \text{ KJ/h}$$

Determinado el calor total intercambiado entre ambas corrientes y conociendo la temperatura de entrada y salida del “fluido frío”, es decir, del agua, se determina la cantidad que se necesita de esta para dicho intercambio.

La temperatura de entrada del agua al equipo es de 25°C, mientras que la temperatura de salida es de 75°C. Entonces:

$$Q = m_{\text{agua}} \cdot c_{p\text{agua}} \cdot (t_3 - t_1)_{\text{agua}}$$

t_1 : temperatura a la que ingresa el agua al intercambiador = 25°C

t_2 : temperatura a la que se encuentra el agua al iniciar la condensación del fluido caliente

t_3 : temperatura a la que sale el agua del intercambiador = 75°C

$$m_{\text{agua}} = \frac{475.917,84 \text{ KJ/h}}{4,186 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot (75 - 25)^\circ\text{C}}$$

$$m_{\text{agua}} = 2274 \text{ Kg/h}$$

Mientras que la temperatura a la que se encuentra el agua al iniciar la condensación se determina por medio del calor sensible intercambiado entre ambos fluidos, antes de iniciar la condensación.

$$Q_{\text{sensible absorbido}} = Q_{\text{sensible cedido}}$$

$$Q_{\text{sensible absorbido}} = m_{\text{caliente}} \cdot c_{p\text{caliente}} \cdot (T_2 - T_1)_{\text{caliente}}$$

$$Q_{\text{sensible cedido}} = m_{\text{agua}} \cdot c_{p\text{agua}} \cdot (t_2 - t_1)_{\text{agua}}$$

Por lo tanto:

$$t_2 = t_1 + \frac{m_{\text{caliente}} \cdot c_{p\text{caliente}} \cdot (T_2 - T_1)_{\text{caliente}}}{m_{\text{agua}} \cdot c_{p\text{agua}}}$$

$$t_2 = 25^\circ\text{C} + \frac{285,6 \text{ kg/h} \cdot 3,9 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{C} \cdot (92,66 - 82,05)^\circ\text{C}}{2274 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 4,186 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}}$$

$$t_2 = 26,24^\circ\text{C}$$

Las condiciones del fluido frío utilizado en el intercambio de calor se especifican a continuación:

Fluido frío	Agua
Temperatura de entrada: t1	25°C
Temperatura al iniciar condensación: t2	26,24°C
Temperatura de salida: t3	75°C
Caudal másico	2274 kg/h
Densidad media	988 kg/m ³
Caudal volumétrico	2,3 m ³ /h
Presión	1 atm
Calor específico medio	4,186 KJ/Kg°C
Viscosidad dinámica media	0,000541 Pa.s
Conductividad térmica media	0,65 W/m°C

Tabla 42: propiedades del fluido frío utilizado - Fuente: elaboración propia

Para determinar el área de intercambio necesaria se emplea la siguiente expresión de cálculo, en la cual hay que calcular previamente el coeficiente global de transferencia de calor, el cambio de temperatura medio logarítmico y su correspondiente factor de corrección.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{\text{balanceado}} \cdot F$$

Q: calor total intercambiado entre los fluidos

U: Coeficiente global de transferencia de calor

$\Delta T_{\text{balanceado}}$: cambio de temperatura medio logarítmico

F: factor de corrección del cambio de temperatura medio logarítmico

Cálculo del $\Delta T_{\text{BALANCEADO}}$: se tienen en cuenta los cambios de temperatura generados entre ambas corrientes, tanto durante el intercambio de calor latente, como el intercambio de calor sensible, es decir:

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = \frac{Q}{\frac{Q_C}{\Delta T_{ml_C}} + \frac{Q_E}{\Delta T_{ml_E}}} = \frac{Q}{\frac{m_{liq} \cdot \Delta H_{liq}}{\ln \ln \left(\frac{T_1 - t_2}{T_1 - t_1} \right)} + \frac{m_{liq} \cdot c_{p_{liq}} \cdot (t_3 - t_2)}{\ln \ln \left(\frac{T_1 - t_3}{T_2 - t_2} \right)}}$$

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = \frac{475.917,84 \text{ KJ/h}}{(6923+1638,05)K} = 55,59^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = 55,59^\circ\text{C}$$

Determinación del F: el factor de corrección se lo determina mediante los números adimensionales P y R, los cuales relacionan las temperaturas de ingreso y egreso de ambos fluidos, en un gráfico propio para del intercambiador a diseñar, en este caso, un intercambiador de 2 pasos por tubos y 1 paso por carcasa.

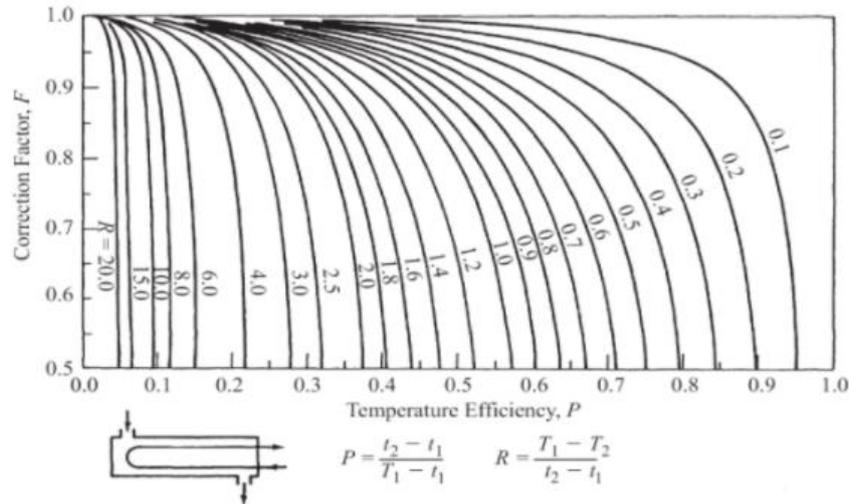


Figure 10: Factor de corrección de la diferencia de temperatura media logarítmica para intercambiadores de tubo y carcasa con un sólo paso por la carcasa y pasando por el tubo dos veces. (Adaptado de de la referencia [5])

Figure 37: determinación del factor de corrección - Fuente: Diseño de intercambiador de calor Eduardo Cao

$$P = \frac{75^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}}{96,66^\circ\text{C} - 75^\circ\text{C}} = 0,74$$

$$R = \frac{96,66^\circ\text{C} - 82,05^\circ\text{C}}{75^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}} = 0,21$$

Por lo tanto:

$$F = 0,9$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor "U": para poder calcular el área se necesita determinar el coeficiente global de transferencia de calor, el cual se determina a partir de los coeficientes de transferencia de calor individuales correspondientes al lado externo e interno de los tubos, es decir:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o}}$$

h_o: coeficiente individual de transferencia de calor externo

h_i: coeficiente individual de transferencia de calor interno

Estos coeficientes dependen de las propiedades específicas de los fluidos que circulan por cada lado bajo las condiciones de operación, pero también son función del diámetro, tanto externo como interno de la conducción, así como de su material de construcción. Es por esta razón que se determina previamente dichas dimensiones, posteriormente los coeficientes individuales y finalmente el coeficiente global de transferencia de calor.

Cálculo del espesor y diámetro interior de los tubos: los tubos serán de acero inoxidable AISI 304, con un diámetro nominal de 1/4 de pulgada, correspondiente a un diámetro exterior de 13,7 mm.

El espesor de cada tubo del intercambiador viene dado por:

$$e = \frac{P_d \cdot D_{\text{exterior}}}{2 \cdot S + 0,8 \cdot P_d}$$

e: espesor del tubo

D_{exterior}: diámetro exterior del tubo = 13,7 mm

P: presión en el interior de los tubos = 1 atm

P_d: presión de diseño, la cual es equivalente a un 10% mayor que la presión en el interior de los tubos = 1,1 atm

T: temperatura máxima de diseño = 95,66°C

S: característica del material a la temperatura de diseño, 95,66°C = 1760 atm

$$e = \frac{1,1 \text{ atm} \cdot 13,7 \text{ mm}}{2 \cdot 1760 \text{ atm} + 0,8 \cdot 1,1 \text{ atm}}$$

$$e = 0,0043 \text{ mm}$$

A este espesor debe considerarse la tolerancia proporcionada por el fabricante, cuyo valor se asume de 0,5 mm, así como el espesor de corrosión admisible, siendo su valor de 0,75 mm. Por lo tanto:

$$e_{\text{total}} = 0,0043 \text{ mm} + 0,75 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}$$

$$e_{\text{total}} = 1,254 \text{ mm}$$

Conociendo el diámetro exterior de los tubos y su espesor, queda determinado el diámetro interior, ya que:

$$D_{\text{interior}} = D_{\text{exterior}} - 2 \cdot \text{espesor}$$

$$D_{\text{interior}} = 13,7 \text{ mm} - 2 \cdot 1,254 \text{ mm}$$

$$D_{\text{interior}} = 11,2 \text{ mm}$$

Determinado el diámetro interior de los tubos, se procede al cálculo de los coeficientes individuales de transferencia de calor.

Cálculo del coeficiente individual exterior “ho”: por el lado exterior de los tubos circula el fluido frío, es decir, el agua, la cual absorberá el calor cedido por el fluido caliente que circula por el interior de los tubos, el cual se va condensando. El cálculo del coeficiente individual del lado exterior viene dado por:

$$h_o = 0,729 \cdot \left(\frac{g \cdot \rho_l \cdot (\rho_l - \rho_v) \cdot h_{fg} \cdot Kl^3}{\mu_l \cdot (T_{\text{sat}} - T_s) \cdot de} \right)^{1/4}$$

g: fuerza de la gravedad = 9,81 m²/s

ρ_v : densidad del vapor a condensar que ingresa por los tubos = 0,319 kg/m³

ρ_l : densidad media del líquido que circula por la carcasa = 988 kg/m³

h_{fg} : calor latente de condensación del fluido que circula por los tubos = 1625

KJ/kg

Kl: conductividad térmica media del fluido que circula por la carcasa = 0,65

W/m°C

μ_l : viscosidad dinámica media del líquido que circula por la carcasa = 0.000541

m²/s

de: diámetro exterior de los tubos = 13,7 mm = 0,0137 m

T_{sat} : temperatura de saturación del vapor que ingresa por los tubos = 92,66°C

T_s : temperatura de salida del líquido que circula por la carcasa = 75°C

$$h_o = 0,729 \cdot (3,44 \cdot 10^{15})^{1/4} \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$h_o = 5583 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Cálculo del coeficiente individual interior “hi”: por el interior de los tubos circula la corriente gaseosa que egresa por el tope de la columna, la cual se condensa totalmente. El coeficiente individual interno de transferencia de calor

viene dado por la siguiente expresión, la cual a su vez es función del régimen de flujo que existe en el interior de dichos tubos.

$$h_i = \frac{K \cdot NU}{D_{\text{interior}}}$$

K: conductividad térmica de la conducción, la cual es de acero inox. AISI 304 = 15 W/m°C.

D_{interior} : diámetro interior de los tubos = 11,19 mm = 0,01119 m

NU: número adimensional de Nussett, el cual relaciona la transferencia de calor por convección con la transferencia de calor por conducción. Este a su vez, es función del régimen de flujo a través de los tubos, es decir, el número adimensional de Reynolds.

Primero se determina el régimen de flujo en el interior de los tubos, por medio del cual se determinará posteriormente el número de Nussett.

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

Re: número adimensional de Reynolds

V : viscosidad cinemática media del fluido que circula por los tubos entre su temperatura de ingreso y egreso del equipo = 0.00000047 m²/s

u : velocidad de flujo del fluido que circula por los tubos = 0.5 m/s

d : diámetro interior de los tubos = 11,2 mm = 0.0112 m

$$Re = \frac{u \cdot d}{V} = \frac{0,5 \frac{m}{s} \cdot 0,0112m}{0,47 \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{s}}$$

$$Re = 11.813$$

Como el $Re > 4.000$, el régimen de flujo por el interior de los tubos bajo estas condiciones de operación es turbulento.

Para un flujo forzado por el interior de una conducción cilíndrica cuyo patrón de flujo es turbulento el número adimensional de Nussett queda determinado por la siguiente expresión de cálculo:

$$NU = 0,023 \cdot Pr^{0,4} Re^{0,8}$$

Pr: número adimensional de Prandtl, el cual es función de las propiedades del vapor que ingresa por el interior de los tubos

c_p : calor específico del vapor ingresa por los tubos = 1458 J/kg.K

μ : viscosidad dinámica del vapor = 0.0000044 Pa.s

k : conductividad térmica del vapor = 0,01947 W/m.K

$$Pr = \frac{cp \cdot \mu}{k}$$

$$Pr = \frac{1458 \frac{J}{kg} \cdot K \cdot 0.0000044 Pa \cdot s}{0,01947 \frac{W}{m \cdot K}}$$

$$Pr = 0,33$$

Por lo tanto:

$$NU = 0,023 \cdot Pr^{0,4} Re^{0,8}$$

$$NU = 0,023 \cdot 0,33^{0,4} \cdot 11.813^{0,8}$$

$$NU = 26,71$$

Conociendo el número de Nussett se calcula el coeficiente individual de transferencia de calor interno "hi":

$$hi = \frac{K \cdot NU}{D_{int}}$$

$$hi = \frac{15 \frac{W}{m \cdot ^\circ C} \cdot 26,71}{0,0112 m}$$

$$hi = 35822,7 W/m^2 \cdot ^\circ C$$

Finalmente se determina el coeficiente global de transferencia de calor "U":

$$U = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \frac{1}{ho}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{5583 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}} + \frac{1}{35822,7 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}}}$$

$$U = 4830,21 W/m^2 \cdot ^\circ C$$

Cálculo del área de intercambio: una vez determinados el cambio de temperatura medio logarítmico, su correspondiente factor de corrección y el coeficiente de transferencia de calor global, se calcula el área total de intercambio.

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{balanceado} \cdot F}$$

$$A = \frac{475.917,84 \frac{KJ}{h} \cdot 1000 \frac{J}{KJ} \cdot \frac{1h}{3600 s}}{4830,21 \frac{W}{C \cdot s \cdot m^2} \cdot 55,59^\circ C \cdot 0,9}$$

$$A = 0,55 m^2$$

Conocida el área de intercambio requerida para condensar la totalidad de la corriente gaseosa, se determina el número de tubos necesarios y su longitud.

Cálculo del número de tubos y su longitud: para ello se parte del caudal de la corriente que circula por los tubos, la cual está relacionado con su velocidad de flujo y el área de sección transversal que atraviesa dicho caudal, es decir:

$$Q_{\text{volumétrico}} = V_{\text{flujo}} \cdot A$$

$Q_{\text{volumétrico}}$: caudal volumétrico mezcla que circula por la conducción = $9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

A: área total de intercambio = $n \cdot \pi \cdot D_{\text{interior}}^2/4$

n = número total de tubos

D_{interior} : diámetro interior de los tubos

V_{flujo} = velocidad de flujo del fluido que circula por los tubos. Se asume una velocidad de flujo de 0,5 m/s

$$n = \frac{Q_{\text{vol}} \cdot 4}{V_{\text{flujo}} \cdot \pi \cdot D_{\text{int}}^2}$$

$$n = \frac{285,6 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 4 \cdot 2}{\pi \cdot (11,2 \text{ mm})^2 \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}\right)^2 \cdot (883,9 + 0,319) \text{ kg/m}^3 \cdot 0,5 \text{ m/s}}$$

$$n = 4 \text{ tubos}$$

Determinada la cantidad de tubos necesarios, se determina su longitud sabiendo que:

$$A = n \cdot N \cdot \pi \cdot D_{\text{exterior}} \cdot L_p$$

L_p : longitud de los tubos por paso

N: número de pasos del fluido por los tubos = 2

D_{exterior} : diámetro exterior de los tubos

$$L_p = \frac{A}{n \cdot N \cdot \pi \cdot D_{\text{ext}}}$$

$$L_p = \frac{0,55 \text{ m}^2}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 13,7 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}}$$

$$L_p = 1,75 \text{ m}$$

Mientras que la longitud total de cada tubo es:

$$L = N \cdot L_p$$

$$L = 2 \cdot 1,75 \text{ m}$$

$$L = 3,5 \text{ m}$$

Mientras que la distancia de separación entre cada tubo se la asume igual al diámetro exterior de cada tubo, es decir:

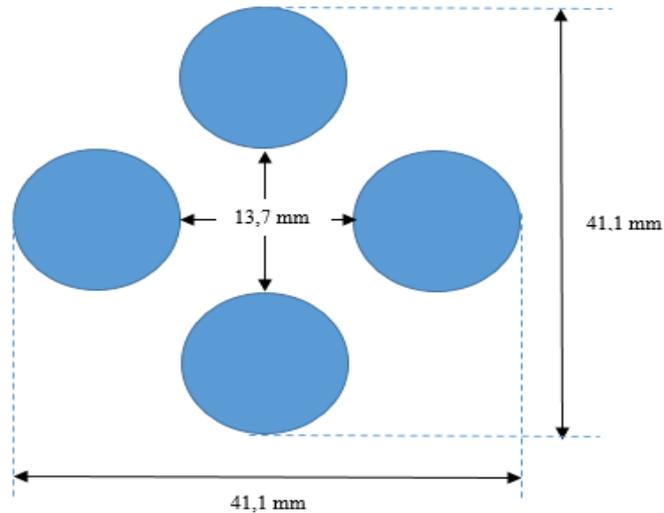


Figure 38: vista transversal de la disposición de los tubos - Fuente: elaboración propia

A continuación, se gráfica la evolución de temperatura de cada corriente a lo largo de los tubos:

Longitud tubo (m)	T. agua (°C)	T. bioetanol (°C)
0	25	92,66
0.2	26.4	82,05
0.875	37.5	82,05
1,75	50	82,05
2,625	62.5	82,05
3,5	75	82,05

Tabla 43: evolución de temperatura - Fuente: elaboración propia

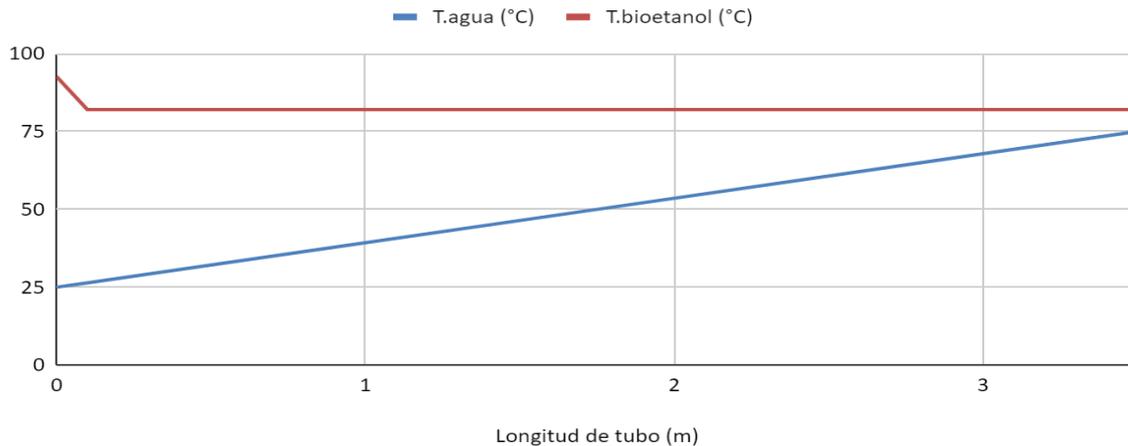


Figure 39: evolución de temperatura - Fuente: elaboración propia

Para completar el diseño del condensador, se determinan las dimensiones características de la carcasa, es decir, su longitud, diámetro, material y espesor de pared.

La carcasa será de acero inoxidable AISI 304.

El diámetro correspondiente al área de sección transversal de la carcasa viene dado por:

$$D_{\text{int. carcasa}} = 10 \cdot N \cdot D_{\text{empaquetado}}$$

$D_{\text{empaquetado}}$: diámetro empaque de tubos, considerando espaciado entre ellos = 41,1 mm

N: número de pasos por tubos = 2

$D_{\text{int. carcasa}}$: diámetro interior de la carcasa

$$D_{\text{int. carcasa}} = 10 \cdot 2 \cdot 0,0411 \text{ m}$$

$$D_{\text{int. carcasa}} = 0,822 \text{ m}$$

Su diámetro exterior y espesor de pared se determinan de manera conjunta, mediante un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, sabiendo que:

$$D_{\text{ext. carcasa}} = D_{\text{int. carcasa}} + 2 \cdot e$$

$$e = \frac{Pd \cdot D_{\text{ext}}}{2 \cdot S + 0,8 \cdot Pd} + t + C_{\text{adm}}$$

e: espesor de pared

$D_{\text{ext. carcasa}}$: diámetro exterior de la carcasa

$D_{\text{int. carcasa}}$: diámetro interior de la carcasa = 0,822 m

Pd: presión de diseño, la cual es equivalente a un 10% más que la presión en el interior de la carcasa = 1,1 atm

T = temperatura máxima de diseño = 75 °C

S: característica del material a la temperatura de diseño, 75°C = 1820 atm

t: tolerancia proporcionada por el fabricante = 0,5 mm

C_{adm}: espesor de corrosión admisible = 0,75 mm.

$$D_{\text{ext. carcasa}} = 822 \text{ mm} + 2 \cdot e$$

$$e = \frac{1,1 \text{ atm} \cdot D_{\text{ext}}}{2 \cdot 1820 \text{ atm} + 0,8 \cdot 1,1 \text{ atm}} + 0,5 \text{ mm} + 0,75 \text{ mm}$$

$$e = \frac{1,1 \cdot D_{\text{ext}}}{3640,88} \text{ mm} + 1,25 \text{ mm}$$

Se determina que:

$$D_{\text{ext}} = 825 \text{ mm}$$

$$e = 1,5 \text{ mm}$$

Por último, la longitud total del equipo viene dada por:

$$L_c = 3 \cdot D_{\text{ext. carcasa}}$$

Y debe cumplir que:

$$L_c > 3 \cdot L_p$$

L_c: longitud de la carcasa

L_p: longitud de los tubos por paso = 0,5 m

$$L_c = 3 \cdot 0,825 \text{ m}$$

$$L_c = 2,475 \text{ m}$$

A continuación, se especifican todas las dimensiones características del condensador total diseñado:

CONDENSADOR 1	
Código	IQ-C1
CARCASA	
Longitud	2,475 m
Diámetro externo	0,825 m
Diámetro interno	0,822 mm
Espesor de pared	1,5 mm
Fluido	Agua
Número de pasos del fluido	1 paso
Caudal de flujo volumétrico	0,00064 m ³ /s
TUBOS	
Cantidad	4 tubos
Longitud total	3,5 m
Número de pasos	2 pasos
Longitud por paso	1,75 m
Diámetro externo	13,7 mm
Diámetro interno	11,2 mm
Espesor de pared	1,254 mm
Fluido	Mezcla: etanol, agua y aceite de fusel
Caudal de flujo volumétrico	0.00018 m ³ /s

Tabla 44: especificaciones del condensador diseñado - Fuente: elaboración propia

4.6.8.3 - Diseño del rehervidor: este intercambiador de calor trata la corriente que egresa por el último plato de la columna. Una fracción de esta corriente en fase líquida, denominada fluido frío, constituida totalmente por agua será evaporada con el fin de ser recirculada a la torre, mientras que la fracción restante que no se evapora, egresa completamente del circuito.

Dicha evaporación se dará por medio del intercambio de calor con un “fluido caliente” a través de las paredes del equipo. El fluido caliente escogido es vapor a una temperatura de 250°C.

El equipo será un intercambiador de calor de carcasa y tubos, de 1 paso por carcasa y 2 pasos por tubos. Por la carcasa circula el fluido frío, es decir, la corriente que egresa por el último plato de la columna, mientras que por los tubos circula el vapor.

En la siguiente tabla se especifican las condiciones de la corriente líquida, denominada “fluido frío” que se tratará en el intercambiador:

Fluido frío	Agua
Caudal másico entra: mf1	570,8 kg/h
Caudal másico recirculado: mf2	437,2 kg/h
Caudal másico que sale: mf3	133,6 kg/h
Temperatura de ingreso: T ₁	100 °C
Temperatura de egreso: T ₂	100,5°C
Calor específico del líquido	4,217 KJ/Kg°C
Calor latente de condensación	2256 KJ/Kg

Tabla 45: propiedades del fluido frío - Fuente: elaboración propia

En el diseño del equipo se tiene en cuenta que, al generarse solo un cambio de fase, sin un previo cambio de temperatura considerable, el área de intercambio a determinar sólo tendrá en cuenta el calor latente de condensación, mientras que el calor sensible será despreciado.

$Q = \text{calor total intercambiado}$

$$Q = Q_{\text{latente}} = m_{\text{frío recirculado}} \cdot \Delta H_{\text{frío recirculado}}$$

$$Q = 437,2 \text{ kg/h} \cdot 2256 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q = 986323,2 \text{ KJ/h}$$

Determinado el calor total intercambiado entre ambas corrientes y conociendo la temperatura de entrada y salida del "fluido caliente", es decir, del vapor, se determina la cantidad que se necesita de este para dicho intercambio, siendo de 250°C su temperatura de ingreso y 110°C la de salida.

$$Q = m_{\text{vapor}} \cdot c_{p\text{vapor}} \cdot (t_2 - t_1)_{\text{vapor}}$$

t₁: temperatura a la que ingresa el vapor al intercambiador = 250°C

t₂: temperatura a la que sale el vapor del intercambiador = 110°C

c_pvapor: calor específico medio del vapor = 2,59 KJ/kg.°C

$$m_{\text{vapor}} = \frac{986323,2 \text{ KJ/h}}{2,59 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \cdot (250 - 110)^\circ\text{C}}$$

$$m_{\text{vapor}} = 2720 \text{ Kg/h}$$

Las condiciones y propiedades de este vapor utilizado en el rehervidor se especifican a continuación:

Fluido caliente	Vapor de agua
Caudal másico	2720 kg/h
Densidad media	5,153 kg/m ³
Caudal volumétrico	0,15 m ³ /s
Temperatura entrada: t ₁	250°C
Presión entrada: P ₁	40 atm
Temperatura salida: t ₂	110°C
Presión salida: P ₂	2,7 atm
Calor específico medio	2,59 KJ/Kg°C

Tabla 46: propiedades del fluido caliente - Fuente: elaboración propia

Para determinar el área de intercambio necesaria se emplea la misma expresión de cálculo usada en el cálculo de área del condensador total, realizando la misma secuencia de pasos. Por lo tanto, se calculará previamente el cambio de temperatura medio logarítmico, su correspondiente factor de corrección, se determinará el diámetro interno de la conducción y finalmente el coeficiente global de transferencia de calor a partir del cálculo de los coeficientes individuales de transferencia de calor en ambos lados de la conducción.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{\text{balanceado}} \cdot F$$

Q: calor total intercambiado entre los fluidos

U: Coeficiente global de transferencia de calor

$\Delta T_{\text{balanceado}}$: cambio de temperatura medio logarítmico

F: factor de corrección del cambio de temperatura medio logarítmico

Cálculo del $\Delta T_{\text{BALANCEADO}}$:

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = \frac{(t_1 - T_2) - (t_2 - T_1)}{\ln \ln \left(\frac{t_1 - T_2}{t_2 - T_1} \right)} =$$

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = \frac{(250 - 100,5)^\circ\text{C} - (110 - 100)^\circ\text{C}}{\ln \ln \left(\frac{(250 - 100,5)^\circ\text{C}}{(110 - 100)^\circ\text{C}} \right)} = 50,92^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = 50,92^\circ\text{C}$$

Determinación del F: el factor de corrección se lo determina nuevamente mediante los números adimensionales P y R, pero esta vez interrelacionados mediante un gráfico propio para el rehervidor diseñado, el cual consta de 4 pasos por tubos y 2 por carcasa.

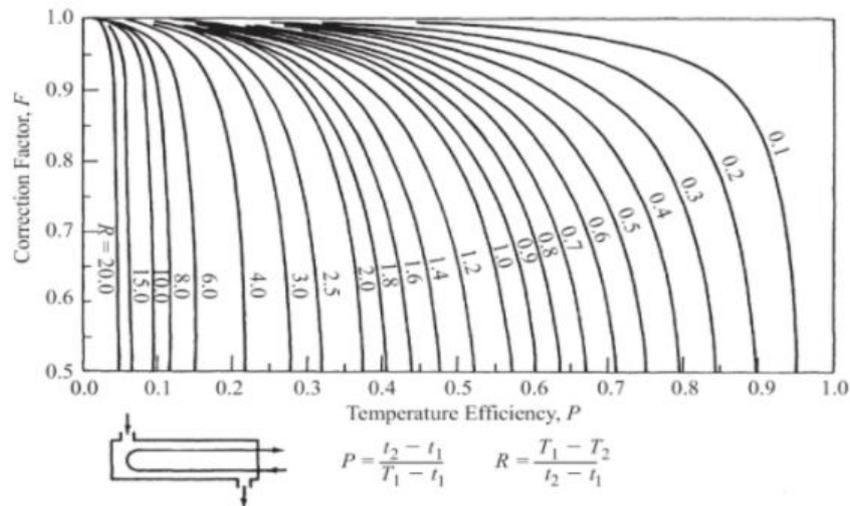


Figure 10: Factor de corrección de la diferencia de temperatura media logarítmica para intercambiadores de tubo y carcaza con un sólo paso por la carcaza y pasando por el tubo dos veces. (Adaptado de de la referencia [2])

Figura 40: determinación del factor de corrección - Fuente: Diseño de intercambiador de calor Eduardo Cao

$$P = \frac{110^{\circ}\text{C} - 250^{\circ}\text{C}}{100^{\circ}\text{C} - 250^{\circ}\text{C}} = 0,93$$

$$R = \frac{100^{\circ}\text{C} - 100,5^{\circ}\text{C}}{250^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}} = 0,004$$

Por lo tanto:

$$F = 0,99$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor "U": Este coeficiente se determina nuevamente a partir de los coeficientes de transferencia de calor individuales correspondientes al lado externo e interno de los tubos.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o}}$$

h_o : coeficiente individual de transferencia de calor externo.

h_i : coeficiente individual de transferencia de calor interno.

Cálculo del espesor y diámetro interior de los tubos: Los tubos serán de acero inoxidable AISI 304, con un diámetro nominal 4 pulgadas, correspondiente a un diámetro exterior de 114,3 mm. El espesor de los tubos del intercambiador viene dado por:

$$e = \frac{Pd \cdot Dex}{2 \cdot S + 0,8 \cdot Pd}$$

e: espesor del tubo

Dex: diámetro exterior del tubo = 114,3 mm

Pd: presión de diseño, la cual es equivalente a un 10% más que la presión en el interior de los tubos = 44 atm

T = temperatura máxima de diseño = 250°C

S: característica del material a la temperatura de diseño, 250°C = 1600 atm

$$e = \frac{44 \text{ atm} \cdot 114,3 \text{ mm}}{2 \cdot 1600 \text{ atm} + 0,8 \cdot 44 \text{ atm}}$$

$$e = 1,55 \text{ mm}$$

A este espesor debe sumarse la tolerancia proporcionada por el fabricante, cuyo valor se asume de 0,5 mm, así como el espesor de corrosión admisible, siendo su valor de 0,75 mm. Por lo tanto:

$$e_{\text{total}} = 1,55 \text{ mm} + 0,75 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}$$

$$e_{\text{total}} = 2,8 \text{ mm}$$

Conociendo el diámetro exterior del tubo y su espesor, queda determinado el diámetro interior, ya que:

$$D_{\text{interior}} = D_{\text{exterior}} - 2 \cdot \text{espesor}$$

$$D_{\text{interior}} = 114,3 \text{ mm} - 2 \cdot 2,8 \text{ mm}$$

$$D_{\text{interior}} = 108,7 \text{ mm}$$

Determinado el diámetro interior de los tubos, se procede al cálculo de los coeficientes individuales de transferencia de calor.

Cálculo del coeficiente individual exterior "ho": por el lado exterior de los tubos circula el agua que se evapora parcialmente. El cálculo del coeficiente individual del lado exterior viene dado por:

$$h_o = 0,729 \cdot \left(\frac{g \cdot \rho_l \cdot (\rho_l - \rho_v) \cdot h_{fg} \cdot Kl^3}{\mu_l \cdot (T_{\text{sat}} - T_s) \cdot de} \right)^{1/4}$$

g: fuerza de la gravedad = 9,81 m²/s

ρ_v: densidad media del vapor que ingresa por el lado de los tubos: 5,153 kg/m³

ρ_l: densidad del agua que ingresa por la carcasa: 957,9 kg/m³

h_{fg}: calor latente de vaporización del agua que circula por la carcasa = 2256 KJ/kg

Kl: conductividad térmica del agua que ingresa por la carcasa: 0.679 W/m°C

μ_v : viscosidad dinámica media del vapor que circula por los tubos = 0.000015

Pa.s

de: diámetro exterior de los tubos = 114,3 mm = 0,1143 m

Tsat: temperatura de saturación del vapor: 250°C

Ts: temperatura de salida del agua que circula por los tubos: 100,5°C

$$h_o = 0,729 \cdot (2,46 \cdot 10^{16})^{1/4} \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$h_o = 9137 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Cálculo del coeficiente individual interior “hi”: por el interior de los tubos circula el vapor. El coeficiente individual interno viene dado por la siguiente expresión, la cual a su vez es función del régimen de flujo que existe en el interior de dichos tubos.

$$h_i = \frac{K \cdot NU}{D_{int}}$$

K: conductividad térmica de los tubos, de acero inox. AISI 304 =15 W/m°C

NU: número adimensional de Nussett, el cual es función del régimen de flujo a través de los tubos, es decir, el número adimensional de Reynolds.

Dint: diámetro interior de los tubos = 108,7 mm = 0,1087 m

Primero se determina el régimen de flujo del vapor por el interior de los tubos, por medio del cual podremos determinar posteriormente el número de Nussett.

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

Re: número adimensional de Reynolds

V: viscosidad cinemática del vapor que circula por los tubos = 2,9.10⁻⁶ m²/s

u: velocidad de flujo del vapor que circula por los tubos = 8 m/s

d: diámetro interior de los tubos = 0,1087 m

$$Re = \frac{u \cdot d}{V}$$

$$Re = \frac{8 \frac{m}{s} \cdot 0,1087m}{2,9 \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{s}}$$

$$Re = 29.8314$$

Como el flujo del vapor a través de los tubos se da de manera forzada bajo un régimen de flujo turbulento por el interior de los tubos, el número adimensional de Nussett queda determinado por:

$$NU = 0,023 \cdot Pr^{0,4} Re^{0,8}$$

Pr: número adimensional de Prandtl, el cual es función de las propiedades del vapor que circula por los tubos

Cp: calor específico medio del vapor = 2,59 KJ/kg.K

μ : viscosidad dinámica media del vapor = $1,5 \cdot 10^{-5}$ Pa.s

k: conductividad térmica media del vapor = 0,0364 W/m.K

$$Pr = \frac{cp \cdot \mu}{k}$$

$$Pr = \frac{2,59 \frac{KJ}{kg \cdot K} \cdot 0,000015 Pa \cdot s}{0,0364 \frac{W}{m \cdot K}}$$

$$Pr = 1,07$$

Entonces:

$$NU = 0,023 \cdot Pr^{0,4} Re^{0,8}$$

$$NU = 0,023 \cdot 1,07^{0,4} \cdot 29.8314^{0,8}$$

$$NU = 566$$

Determinado el número adimensional de Nussett se calcula el coeficiente individual interno "hi":

$$hi = \frac{K \cdot NU}{D_{int}}$$

$$hi = \frac{15 \frac{W}{m \cdot ^\circ C} \cdot 566}{0,1087 m}$$

$$hi = 781469 W/m^2 \cdot ^\circ C$$

Finalmente se determina el coeficiente global de transferencia de calor, el cual es función de los fluidos y las condiciones bajo las que circulan por ambos lados del tubo y por las propiedades físicas de dicho tubo, es decir:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \frac{1}{ho}} = \frac{1}{\frac{1}{9137 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}} + \frac{1}{781469 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}}}$$

$$U = 8.180 W/m^2 \cdot ^\circ C$$

Cálculo del área de intercambio: una vez determinados el cambio de temperatura medio logarítmico, su correspondiente factor de corrección y el coeficiente de transferencia de calor global, se calcula el área total de intercambio.

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{balanceado} \cdot F}$$

$$A = \frac{986323,2 \frac{KJ}{h} \cdot 1000 \frac{J}{KJ} \cdot \frac{1h}{3600 s}}{8180 \frac{J}{^{\circ}C \cdot s \cdot m^2} \cdot 50,92^{\circ}C \cdot 0,99}$$

$$A = 0,66 \text{ m}^2$$

Conocida el área de intercambio requerida para condensar la totalidad de la corriente gaseosa, se determina el número de tubos necesarios y su longitud.

Cálculo del número de tubos y su longitud: para ello se parte del caudal de vapor que circula por los tubos, el cual está relacionado con su velocidad de flujo y el área de sección transversal que atraviesa dicho caudal, es decir:

$$Q_{vol} = V_{flujo} \cdot A$$

Q_{vol} : caudal volumétrico del vapor que circula por los tubos = $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$

A: área total de intercambio = $n \cdot \pi \cdot D_{int}^2/4$

n = número total de tubos

D_{int} : diámetro interior de los tubos = $0,1087 \text{ m}$

V_{flujo} = velocidad de flujo del fluido que circula por los tubos. Se asume una velocidad de flujo de 8 m/s .

$$n = \frac{Q_{vol} \cdot 4}{V_{flujo} \cdot \pi \cdot D_{int}^2}$$

$$n = \frac{0,15 \frac{m^3}{s} \cdot 4}{\pi \cdot (108,7 \text{ mm})^2 \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 8 \text{ m/s}}$$

$$n = 2 \text{ tubos}$$

Determinada la cantidad de tubos necesarios, se determina su longitud sabiendo que:

$$A = n \cdot N \cdot \pi \cdot D_{ex} \cdot L$$

L_p : longitud de los tubos por paso

N: número de pasos del vapor por los tubos = 2

D_{ex} : diámetro exterior de los tubos = $0,1143 \text{ m}$

$$L_p = \frac{A}{n \cdot N \cdot \pi \cdot Dex}$$

$$L_p = \frac{0,66 \text{ m}^2}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 114,3 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}}$$

$$L_p = 0,5 \text{ m}$$

Por lo tanto, longitud total de cada tubo es:

$$L = N \cdot L_p$$

$$L = 2 \cdot 0,5 \text{ m}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

Mientras que la distancia de separación entre cada tubo se asume igual al diámetro exterior de cada tubo.

A continuación, se representa la evolución de temperatura de cada corriente a lo largo de los tubos:

Longitud tubo (m)	T. agua (°C)	T. vapor (°C)
0	100	250
0,166	100,5	226.7
0,332	100,5	203.3
0,5	100,5	180.0
0,664	100,5	156.7
0,83	100,5	133.4
1	100,5	110.0

Tabla 47: evolución de temperatura - Fuente: elaboración propia

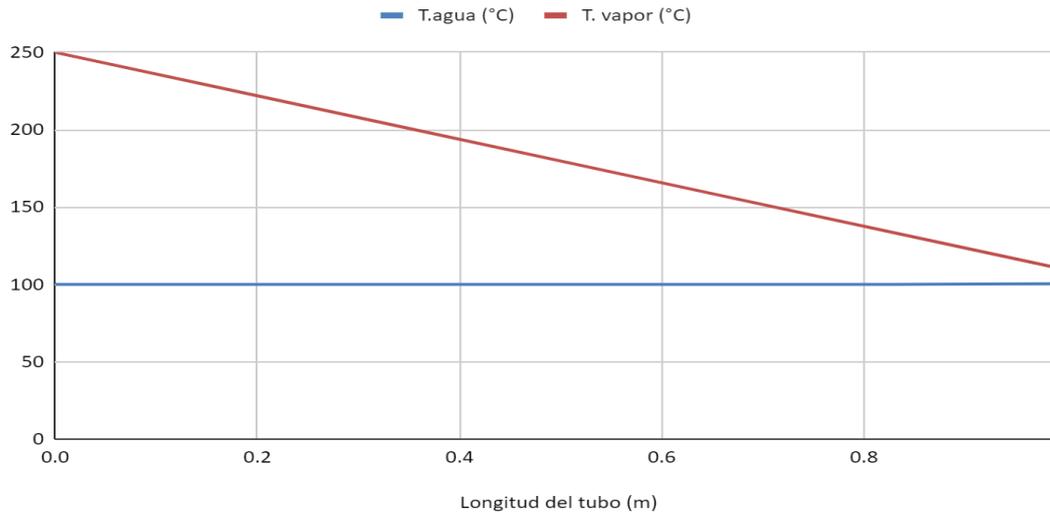


Figura 41: evolución de temperatura - Fuente: elaboración propia

Para completar el diseño del condensador, se determinan las dimensiones características de la carcasa, es decir, su longitud, diámetro, material y espesor de pared.

La carcasa será de acero inoxidable AISI 304.

El diámetro correspondiente al área de sección transversal de la carcasa viene dado por:

$$D_{\text{int. carcasa}} = 3 \cdot N \cdot D_{\text{empaquetado}}$$

$D_{\text{empaquetado}}$: diám. empaque tubos, considerando espaciado entre ellos = 0,3429 m

N: número de pasos por tubos = 2

$D_{\text{int. carcasa}}$: diámetro interior de la carcasa

$$D_{\text{int. carcasa}} = 3 \cdot 2 \cdot 0,3429 \text{ m}$$

$$D_{\text{int. carcasa}} = 2 \text{ m}$$

Su diámetro exterior y espesor de pared se determinan de manera conjunta, mediante un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, sabiendo que:

$$D_{\text{ext. carcasa}} = D_{\text{int. carcasa}} + 2 \cdot e$$

$$e = \frac{Pd \cdot D_{\text{ext}}}{2 \cdot S + 0,8 \cdot Pd} + t + C_{\text{adm}}$$

e: espesor de pared

$D_{\text{ext. carcasa}}$: diámetro exterior de la carcasa

$D_{\text{int. carcasa}}$: diámetro interior de la carcasa = 2 m

P_d : presión de diseño, la cual es equivalente a un 10% más que la presión en el interior de la carcasa = 1,1 atm

T = temperatura máxima de diseño = 100,5 °C

S : característica del material a la temperatura de diseño, 100,5°C = 1760 atm

t : tolerancia proporcionada por el fabricante = 0,5 mm

C_{adm} : espesor de corrosión admisible = 0,75 mm.

$$D_{\text{ext. carcasa}} = 2000 \text{ mm} + 2 \cdot e$$

$$e = \frac{1,1 \text{ atm} \cdot D_{\text{ext}}}{2 \cdot 1760 \text{ atm} + 0,8 \cdot 1,1 \text{ atm}} + 0,5 \text{ mm} + 0,75 \text{ mm}$$

$$e = \frac{1,1 \cdot D_{\text{ext}}}{3640,88} \text{ mm} + 1,25 \text{ mm}$$

Se determina que:

$$D_{\text{ext}} = 2004 \text{ mm} = 2,004 \text{ m}$$

$$e = 2 \text{ mm}$$

Por último, la longitud total del equipo viene dada por:

$$L_c = 3 \cdot D_{\text{ext. carcasa}}$$

Y debe cumplir que:

$$L_c > 3 \cdot L_p$$

L_c : longitud de la carcasa

L_p : longitud de los tubos por paso = 0,5 m

$$L_c = 3 \cdot 2 \text{ m}$$

$$L_c = 6 \text{ m}$$

A continuación, se especifican todas las dimensiones características del rehervidor diseñado:

REHERVIDOR 1	
Código	IQ-R1
CARCASA	
Longitud	6 m
Diámetro externo	2,004 m
Diámetro interno	2000 m
Espesor de pared	2 mm
Fluido	Agua
Número de pasos del fluido	1 paso
Caudal de flujo volumétrico	0,00017 m ³ /s
TUBOS	
Cantidad	2 tubos
Longitud total	1 m
Número de pasos	2 pasos
Longitud por paso	0,5 m
Diámetro externo	114,3 mm
Diámetro interno	108,7 mm
Espesor de pared	2,8 mm
Fluido	Vapor
Caudal de flujo volumétrico	0.15 m ³ /s

Tabla 48: especificaciones del rehervidor diseñado - Fuente: elaboración propia

4.6.8.4 - Cálculo de espesores y altura: columna de rectificación: Tanto para la determinación de espesores, como de alturas de cada sección, se utilizan las mismas expresiones propuestas por ASME que se han utilizado en el diseño de la columna de destilación anterior

Determinación espesor y altura extremo superior: Para su construcción se selecciona al igual que en el caso anterior, acero inoxidable AISI 304L, siendo 1 atm la presión de operación de esta segunda columna.

Para la determinación del espesor en el extremo superior de la columna de separación, dado que la presión de operación es inferior a 10 atm se escoge nuevamente un cabezal toriesférico. El espesor del cabezal será:

$$s \text{ (mm)} = \left(\frac{0,885 \cdot P_d \cdot R_{int}}{S \cdot E - 0,1 \cdot P} + t_{cor} \right) \cdot 1,1$$

En la que:

P_d = presión de diseño, calculada como $P_{op} \cdot 1,1 = 1,1 \text{ atm}$

R_{int} = radio interior de la columna = 0,75 m = 750 mm

S = característica del material a la temperatura de diseño = 1.650 atm

E = eficacia de soldadura = por defecto se toma un valor de 0,85

t_{corr} = sobre espesor de corrosión = 0,8 mm

Sustituyendo en la expresión anterior, se determina que el espesor mínimo del cabezal de la columna de separación es de 1,4526 mm, por lo que se elige un espesor de 2mm para el cabezal.

Mientras que las dimensiones de dicho cabezal fueron:

$$D_{int} = 1,5 \text{ m} = 1500 \text{ mm}$$

$$r = 0,1 \cdot D_{int} = 0,15 \text{ m} = 150 \text{ mm}$$

$$h_1 = 3,5 \cdot s = 3,5 \cdot 2 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$$

$$h_2 = 0,1935 \cdot D_{int} - 0,455 \cdot s = 0,1935 \cdot 1500 \text{ mm} - 0,455 \cdot 2 \text{ mm} = 289,34 \text{ mm}$$

$$h_3 = h_1 + h_2 = 296,34 \text{ mm}$$

Siendo la altura de dicho cabezal de 0,29634 m.

Determinación espesor y altura del fondo:

Para la determinación del espesor del cabezal inferior de la carcasa del destilador se ha de determinar la presión hidrostática de la carcasa, que es la que representa la presión que ejercería el líquido en el interior de la carcasa en el supuesto de que toda la carcasa se encontrase llena de fluido.

La altura del líquido se determina a partir de la separación entre platos determinada por UniSim Design, de valor igual a 0,55 m, teniendo presente que el número de etapas reales, N, se determina como:

$$N = N_{teorico} / E_{plato} = 28 / 0,8 = 35 \text{ etapas}$$

$$N = 35 \text{ etapas reales}$$

$$h_{liq} = 35 \cdot 0,55 \text{ m} = 19,25 \text{ m}$$

$$P_{hidrostática} = \rho \cdot g \cdot h_{liq} = 791,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 19,25 \text{ m} = 149468 \text{ Pa} = 1,48 \text{ atm}$$

La presión total en el fondo viene dada por la suma de la presión de operación y la presión hidrostática, cuyo valor asciende a 2,48 atm, por lo que se redondea a 2,5 atm a fines prácticos.

Tomando esa presión, y haciendo uso de la misma expresión matemática del código ASME usada anteriormente y las condiciones de operación que se especifican a continuación, se determina que el espesor mínimo del fondo de la carcasa es de 2,31mm, por lo que se asume un espesor 2,5mm

$$P_d = \text{presión de diseño, calculada como } P_{total} \cdot 1,1 = 2,75 \text{ atm}$$

D_{int} = diámetro interior de la columna = 1,5 m = 1500 mm

R_{int} = radio interior de la columna = 0,75 m = 750 mm

S = característica del material a la temperatura de diseño = 1.650 atm

E = eficacia de soldadura = por defecto se toma un valor de 0,85

t_{corr} = sobre espesor de corrosión = 0,8 mm

El resto de parámetros para la determinación de la altura de la sección de fondo de la carcasa se realiza de igual forma que en los cálculos explicados para el cabezal, siendo la altura del fondo de la columna de 297,86 mm.

$D_{int} = 1,5 \text{ m} = 1500 \text{ mm}$

$r = 0,1 \cdot D_{int} = 0,15 \text{ m} = 150 \text{ mm}$

$h_1 = 3,5 \cdot s = 3,5 \cdot 2,5 \text{ mm} = 8,75 \text{ mm}$

$h_2 = 0,1935 \cdot D_{int} - 0,455 \cdot s = 0,1935 \cdot 1500 \text{ mm} - 0,455 \cdot 2 \text{ mm} = 289,311 \text{ mm}$

$h_3 = h_1 + h_2 = 297,86 \text{ mm}$

Determinación espesor y altura del cuerpo cilíndrico:

Dicho espesor viene dado por:

$$s \text{ (mm)} = \left(\frac{P_d \cdot D_{int}}{2 \cdot E \cdot S - 1,2 \cdot P_d} + t_{cor} \right) \cdot 1,1$$

En la que el parámetro de la ecuación toma los mismos valores que en el cálculo del espesor del cabezal superior de la carcasa.

P_d = presión de diseño, calculada como $P_{op} \cdot 1,1 = 1,1 \text{ atm}$

D_{int} = diámetro interior de la columna = 1,5 m = 1500 mm

S = característica del material a la temperatura de diseño = 1.650 atm

E = eficacia de soldadura = por defecto se toma un valor de 0,85

t_{corr} = sobre espesor de corrosión = 0,8 mm

Sustituyendo en la ecuación se determina que el espesor mínimo del cuerpo cilíndrico de la carcasa es de 1,53 mm. Por lo que, al igual que el cabezal, el espesor será de 2 mm.

Realizados los cálculos anteriores, se procede a la determinación de la altura total de la columna mediante el uso de la misma expresión matemática utilizada en la primera columna:

$$h_{columna} = (N - 1) \cdot d_p + N \cdot e_p + h_{cabezal} + h_{fondo}$$

Altura del cabezal = 296,34 mm

Altura del fondo = 297,86 mm

Número de etapas reales = 35

dp = separación entre platos = 0,55 m

ep = espesor platos = 0,003 m

Altura columna = (35 etapas - 1 etapa) 0,55 m/etapa + (35 etapas . 0,003 m/etapa) + 2 . 0,29634 m

Altura columna= 19,39 m

En la tabla siguiente se muestran a modo de resumen las principales características de la columna de rectificación diseñada:

COLUMNA DE RECTIFICACIÓN	
Código	CD-2
Material de construcción	Acero inoxidable, AISI 304L
Componentes principales	Agua, etanol y aceite de fusel
Presión de operación	1 atm
Temperatura máxima operación	97,29 °C
Etapas teóricas	28
Etapas reales	35
Espacio entre platos	0,55 m
Etapa alimentación teórica	19
Etapa alimentación real	24
Etapa extracción por cabezas	1
Etapa extracción por fondos	34
Composición cabeza	Etanol: 2,84 kmol/h
	Agua: 0,85 kmol/h
	Aceite de fusel kmol/h
Composición fondo	Etanol: 0,003296 kmol/h
	Agua: 7,52 kmol/h
	Aceite de fusel: 0,00304 kmol/h
Diámetro de columna	1,5 m
Espesor del cabezal	2 mm
Espesor del cilindro	
Espesor del fondo	2,5 mm
Altura de columna	19,39 m

Tabla 49: especificaciones de la columna rectificación diseñada - Fuente: elaboración propia

Al igual que la primera columna, esta también se complementa mediante el uso de dos intercambiadores de calor, ambos de carcasa y tubos. Estos cumplen nuevamente el objetivo de condensar y evaporar las corrientes de cabeza y fondo respectivamente, con el fin de recircular una fracción, mejorando la eficiencia de separación por destilación en la columna.

Para el diseño de ambos equipos se sigue la misma metodología de cálculo usada en el diseño de los intercambiadores anteriores, es decir, a partir de los caudales y condiciones de cada corriente, se determina el área de intercambio. Una vez determinada dicha área de intercambio, se determina el número de tubos necesarios, sus dimensiones características, así como las de la carcasa.

4.6.8.5 - Diseño del condensador: este equipo es un condensador “total”, es decir, condensa la totalidad de la masa de vapor que trata, con el fin de que una fracción del condensado obtenido sea recirculado a la columna, mientras que la otra fracción sea almacenada en un tanque para su posterior deshidratación.

El equipo diseñado es un intercambiador de carcasa y tubos, en el cual la corriente gaseosa, denominada “fluido caliente” circula por los tubos del equipo y se condensa por medio del intercambio de calor con un “fluido frío”, que será agua, la cual circula por el lado de la carcasa.

Este intercambiador de calor está diseñado para operar con dos pasos de fluido por los tubos y un paso por la carcasa.

En la siguiente tabla se especifican las condiciones del “fluido caliente” al ingresar en fase gaseosa a 78,5°C y egresar del condensador en fase líquida a 78,34 °C, por el lado de los tubos:

	VAPOR	LÍQUIDO
Fluido Caliente	Mezcla: etanol, agua y aceite de fusel	
Caudal másico: m_{caliente}	268,1 kg/h	
Presión	1 atm	
Conductividad térmica	0,0245 W/m°C	0,2145 W/m°C
Calor específico	1,243 KJ/Kg°C	3,326 KJ/Kg°C
Viscosidad dinámica	0,0000046 Pa.s	0,00044 Pa.s
Densidad	0,28 kg/m ³	774 kg/m ³
Calor latente de condensación	990 KJ/Kg	

Tabla 50: propiedades del fluido caliente - Fuente: elaboración propia

Al existir un cambio de temperatura despreciable, solo se tendrá en cuenta el calor latente de condensación para el diseño del área de intercambio, mientras que el calor sensible será despreciado.

$$Q = \text{calor total intercambiado}$$

$$Q = Q_{\text{latente}} = m_{\text{caliente recirculada}} \cdot \Delta H_{\text{caliente}}$$

$$Q = 268,1 \text{ kg/h} \cdot 990 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q = 265464 \text{ KJ/h}$$

Determinado el calor total intercambiado entre ambas corrientes y conociendo la temperatura de entrada y salida del “fluido frío”, es decir, del agua, se determina la cantidad que se necesita de esta para dicho intercambio.

Al igual que en el primer condensador, la temperatura de entrada del agua al equipo es de 25°C, mientras que la temperatura de salida es de 75°C.

$$Q = m_{\text{agua}} \cdot c_{p\text{agua}} \cdot (t_2 - t_1)_{\text{agua}}$$

t₁: temperatura a la que ingresa el agua al intercambiador = 25°C

t₂: temperatura a la que sale el agua del intercambiador = 75°C

$$m_{\text{agua}} = \frac{265464 \text{ KJ/h}}{4,186 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \cdot (75 - 25)^\circ\text{C}}$$

$$m_{\text{agua}} = 1268 \text{ Kg/h}$$

Las condiciones del fluido frío utilizado en el intercambio de calor se especifican a continuación:

Fluido frío	Agua
Temperatura de entrada: t ₁	25°C
Temperatura de salida: t ₂	75°C
Caudal másico	1268 kg/h
Densidad media	988 kg/m ³
Caudal volumétrico	2,3 m ³ /h
Presión	1 atm
Calor específico medio	4,186 KJ/Kg°C
Viscosidad dinámica media	0,000541 Pa.s
Conductividad térmica media	0,65 W/m°C

Tabla 51: especificaciones del fluido frío - Fuente: elaboración propia

Para determinar el área de intercambio necesaria se determina previamente el coeficiente global de transferencia de calor, el cambio de temperatura media logarítmico y su correspondiente factor de corrección, sabiendo que la relación entre ellos viene dada por:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{\text{balanceado}} \cdot F$$

Q: calor total intercambiado entre los fluidos

U: Coeficiente global de transferencia de calor

$\Delta T_{\text{balanceado}}$: cambio de temperatura medio logarítmico

F: factor de corrección del cambio de temperatura medio logarítmico

Cálculo del $\Delta T_{\text{BALANCEADO}}$: se tienen en cuenta los cambios de temperatura generados entre ambas corrientes durante la condensación, es decir, durante el intercambio de calor latente.

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = \frac{Q}{\Delta T_{mlc}} = \frac{Q}{\frac{m_{liq} \cdot \Delta H_{liq}}{\frac{(T_1 - t_2) - (T_1 - t_1)}{\ln \left(\frac{T_1 - t_2}{T_1 - t_1} \right)}}} = \frac{(T_2 - t_2) - (T_1 - t_1)}{\ln \left(\frac{T_2 - t_2}{T_1 - t_1} \right)}$$

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = \frac{(78,34 - 75) - (78,5 - 25)}{\ln \left(\frac{78,34 - 75}{78,5 - 25} \right)}$$

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = 18^\circ\text{C}$$

Determinación del F: el factor de corrección se lo determina empleando el gráfico correspondiente para un intercambiador de 2 pasos por tubos y 1 paso por carcasa, relacionando los números adimensionales P y R.

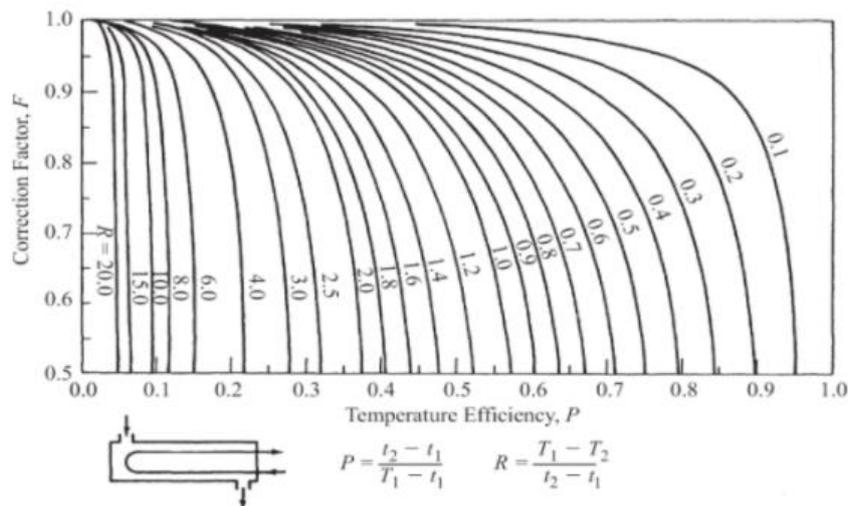


Figure 10: Factor de corrección de la diferencia de temperatura media logarítmica para intercambiadores de tubo y carcasa con un sólo paso por la carcasa y pasando por el tubo dos veces. (Adaptado de de la referencia [2])

Figure 42: determinación del factor de corrección - Fuente: Diseño de intercambiador de calor Eduardo Cao

$$P = \frac{75^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}}{78,5^\circ\text{C} - 75^\circ\text{C}} = 0,93$$

$$R = \frac{78,5^\circ\text{C} - 78,34^\circ\text{C}}{75^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}} = 0,003$$

Por lo tanto:

$$F = 0,99$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor "U": para poder determinar el coeficiente global de transferencia de calor, se debe determinar previamente los coeficientes de transferencia de calor individuales correspondientes al lado externo e interno de los tubos, y a su vez, el diámetro interno de los tubos.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o}}$$

h_o: coeficiente individual de transferencia de calor externo

h_i: coeficiente individual de transferencia de calor interno

Cálculo del espesor y diámetro interior de los tubos: los tubos son de acero inoxidable AISI 304, con un diámetro nominal de 1/4 de pulgada, correspondiente a un diámetro exterior de 13,7 mm.

El espesor de cada tubo del intercambiador viene dado por:

$$e = \frac{Pd \cdot D_{\text{exterior}}}{2 \cdot S + 0,8 \cdot Pd}$$

e: espesor del tubo

D_{exterior}: diámetro exterior del tubo = 13,7 mm

P: presión en el interior de los tubos = 1 atm

Pd: presión de diseño, la cual es equivalente a un 10% mayor que la presión en el interior de los tubos = 1,1 atm

T: temperatura máxima de diseño = 78,5°C

S: característica del material a la temperatura de diseño, 95,66°C = 1760 atm

$$e = \frac{1,1 \text{ atm} \cdot 13,7 \text{ mm}}{2 \cdot 1760 \text{ atm} + 0,8 \cdot 1,1 \text{ atm}}$$

$$e = 0,0043 \text{ mm}$$

A este espesor debe considerarse la tolerancia proporcionada por el fabricante, cuyo valor se asume nuevamente de 0,5 mm, así como el espesor de corrosión admisible, siendo su valor de 0,75 mm. Por lo tanto:

$$e_{\text{total}} = 0,0043 \text{ mm} + 0,75 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}$$

$$e_{\text{total}} = 1,254 \text{ mm}$$

Conociendo el diámetro exterior de los tubos y su espesor, queda determinado el diámetro interior, ya que:

$$D_{\text{interior}} = D_{\text{exterior}} - 2 \cdot \text{espesor}$$

$$D_{\text{interior}} = 13,7 \text{ mm} - 2 \cdot 1,254 \text{ mm}$$

$$D_{\text{interior}} = 11,2 \text{ mm}$$

Determinado el diámetro interior de los tubos, se procede al cálculo de los coeficientes individuales de transferencia de calor.

Cálculo del coeficiente individual EXTERIOR “ho”: por el lado exterior de los tubos circula el fluido frío, es decir, el agua, la cual absorberá el calor cedido por el fluido caliente que circula por el interior de los tubos, el cual se va condensando. El cálculo del coeficiente individual del lado exterior viene dado por:

$$h_o = 0,729 \cdot \left(\frac{g \cdot \rho_l \cdot (\rho_l - \rho_v) \cdot h_{fg} \cdot Kl^3}{\mu_l \cdot (T_{\text{sat}} - T_s) \cdot de} \right)^{1/4}$$

g: fuerza de la gravedad = 9,81 m²/s

ρ_v : densidad del vapor a condensar que ingresa por los tubos = 0,28 kg/m³

ρ_l : densidad media del líquido que circula por la carcasa = 988 kg/m³

h_{fg} : calor latente de condensación del fluido que circula por los tubos = 990 KJ/kg

Kl: conductividad térmica media del fluido que circula por la carcasa = 0,65 W/m°C

μ_l : viscosidad dinámica media del líquido que circula por la carcasa = 0.000541 m²/s

de: diámetro exterior de los tubos = 13,7 mm = 0,0137 m

T_{sat} : temperatura de saturación del vapor que ingresa por los tubos = 78,5°C

T_s : temperatura de salida del líquido que circula por la carcasa = 75°C

$$h_o = 0,729 \cdot (2,17 \cdot 10^{16})^{1/4} \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$h_o = 8852 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Cálculo del coeficiente individual interior “hi”: por el interior de los tubos circula el vapor que sale por el tope de la columna y el cual se condensa totalmente. El coeficiente individual interno de transferencia de calor viene dado por la siguiente expresión, la cual a su vez es función del régimen de flujo que existe en el interior de dichos tubos.

$$h_i = \frac{K \cdot NU}{D_{\text{interior}}}$$

K: conductividad térmica de la conducción, la cual es de acero inox. AISI 304
=15 W/m°C

Dinterior: diámetro interior de los tubos = 11,2 mm = 0,0112 m

NU: número adimensional de Nussett, el cual relaciona la transferencia de calor por convección con la transferencia de calor por conducción. Este a su vez, es función del régimen de flujo a través de los tubos, es decir, el número adimensional de Reynolds.

Primero se determina el régimen de flujo en el interior de los tubos, por medio del cual se determinará posteriormente el número de Nussett.

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

Re: número adimensional de Reynolds

V: viscosidad cinemática media del fluido que circula por los tubos entre su temperatura de ingreso y egreso del equipo = 0.00000057 m²/s

u: velocidad de flujo del fluido que circula por los tubos = 0.5 m/s

d: diámetro interior de los tubos = 11,2 mm = 0.0112 m

$$Re = \frac{u \cdot d}{V} = \frac{0,5 \frac{m}{s} \cdot 0,0112m}{0,57^{-6} \frac{m^2}{s}}$$

$$Re = 9.843$$

Como el Re > 4.000, el régimen de flujo por el interior de los tubos bajo estas condiciones de operación es turbulento.

Para un flujo forzado por el interior de una conducción cilíndrica cuyo patrón de flujo es turbulento el número adimensional de Nussett queda determinado por la siguiente expresión de cálculo:

$$NU = 0,023 \cdot Pr^{0,4} Re^{0,8}$$

Pr: número adimensional de Prandtl, el cual es función de las propiedades del vapor que ingresa por el interior de los tubos

cp: calor específico del vapor ingresa por los tubos = 1243 J/kg.K

μ: viscosidad dinámica del vapor = 0.0000046 Pa.s

k: conductividad térmica del vapor = 0,0245 W/m.K

$$Pr = \frac{cp \cdot \mu}{k}$$

$$Pr = \frac{1243 \frac{J}{kg} \cdot K \cdot 0.0000046 Pa \cdot s}{0,0245 \frac{W}{m \cdot k}}$$

$$Pr = 0,23$$

Por lo tanto:

$$NU = 0,023 \cdot Pr^{0,4} Re^{0,8}$$

$$NU = 0,023 \cdot 0,23^{0,4} \cdot 9.843^{0,8}$$

$$NU = 20$$

Conociendo el número de Nussett se calcula el coeficiente individual de transferencia de calor interno "hi":

$$hi = \frac{K \cdot NU}{Dint}$$

$$hi = \frac{15 \frac{W}{^{\circ}C \cdot m} \cdot 20}{0,0112 m}$$

$$hi = 26.957 W/m^2 \cdot ^{\circ}C$$

Finalmente se determina el coeficiente global de transferencia de calor "U":

$$U = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \frac{1}{ho}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{8852 \frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}C}} + \frac{1}{26.957 \frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}C}}}$$

$$U = 6663,7 W/m^2 \cdot ^{\circ}C$$

Cálculo del área de intercambio: una vez determinado el cambio de temperatura medio logarítmico, su correspondiente factor de corrección y el coeficiente de transferencia de calor global, se calcula el área total de intercambio.

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{balanceado} \cdot F}$$

$$A = \frac{265464 \frac{KJ}{h} \cdot 1000 \frac{J}{KJ} \cdot \frac{1h}{3600 s}}{6663,7 \frac{W}{^{\circ}C \cdot m^2} \cdot 18^{\circ}C \cdot 0,99}$$

$$A = 0,62 m^2$$

Conocida el área de intercambio requerida para condensar la totalidad del vapor, se determina el número de tubos necesarios y su longitud.

Cálculo del número de tubos y su longitud: para ello se parte del caudal de la corriente que circula por los tubos, la cual está relacionado con su velocidad de flujo y el área de sección transversal que atraviesa dicho caudal, es decir:

$$Q_{\text{volumétrico}} = V_{\text{flujo}} \cdot A$$

$Q_{\text{volumétrico}}$: caudal volumétrico de la mezcla que circula por la conducción

A: área total de intercambio = $n \cdot \pi \cdot D_{\text{interior}}^2/4$

n = número total de tubos

D_{interior} : diámetro interior de los tubos

V_{flujo} = velocidad de flujo del fluido que circula por los tubos. Se asume una velocidad de flujo de 0,5 m/s

$$n = \frac{Q_{\text{vol}} \cdot 4}{V_{\text{flujo}} \cdot \pi \cdot D_{\text{int}}^2}$$

$$n = \frac{268,1 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 4 \cdot 2}{\pi \cdot (11,2 \text{ mm})^2 \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}\right)^2 \cdot (774 + 0,28) \text{ kg/m}^3 \cdot 0,5 \text{ m/s}}$$

$$n = 4 \text{ tubos}$$

Determinada la cantidad de tubos necesarios, se determina su longitud sabiendo que:

$$A = n \cdot N \cdot \pi \cdot D_{\text{exterior}} \cdot L_p$$

L_p : longitud de los tubos por paso

N: número de pasos del fluido por los tubos = 2

D_{exterior} : diámetro exterior de los tubos

$$L_p = \frac{A}{n \cdot N \cdot \pi \cdot D_{\text{ext}}}$$

$$L_p = \frac{0,62 \text{ m}^2}{4 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 13,7 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}}$$

$$L_p = 1,85 \text{ m}$$

Mientras que la longitud total de cada tubo es:

$$L = N \cdot L_p$$

$$L = 2 \cdot 1,85 \text{ m}$$

$$L = 3,7 \text{ m}$$

Mientras que la distancia de separación entre cada tubo se la asume igual al diámetro exterior de cada tubo, es decir:

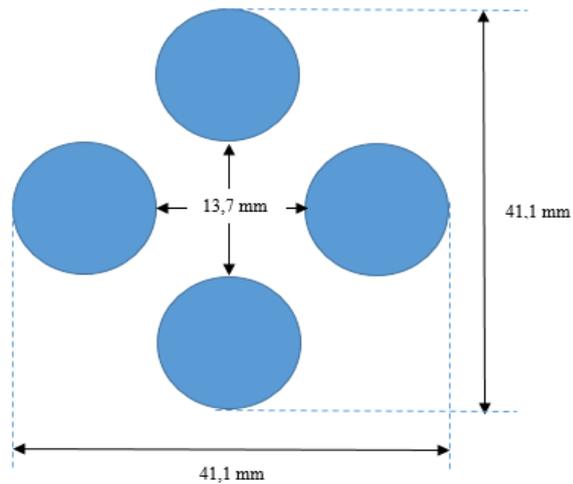


Figure 43: vista transversal de la disposición de los tubos - Fuente: elaboración propia

A continuación, se gráfica la evolución de temperatura de cada corriente a lo largo de los tubos:

Longitud tubo (m)	T. agua (°C)	T. bioetanol (°C)
0	25	78.5
0,9	37.5	78.5
1,9	50	78.5
2,8	62.5	78.5
3,7	75	78.34

Tabla 52: evolución de temperatura - Fuente: elaboración propia

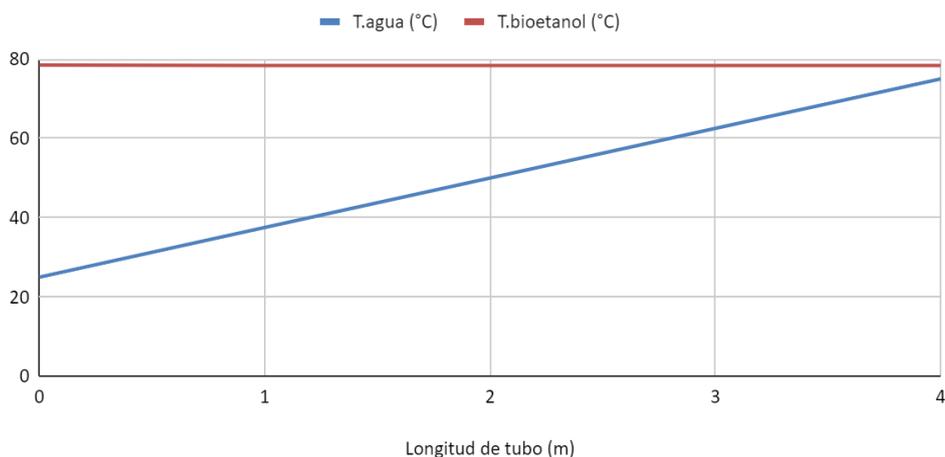


Figura 44: evolución de temperatura - Fuente: elaboración propia

Para completar el diseño del condensador, se determinan las dimensiones características de la carcasa, es decir, su longitud, diámetro, material y espesor de pared.

La carcasa será de acero inoxidable AISI 304.

El diámetro correspondiente al área de sección transversal de la carcasa viene dado por:

$$D_{\text{int. carcasa}} = 10 \cdot N \cdot D_{\text{empaquetado}}$$

$D_{\text{empaquetado}}$: diámetro del empaque de tubos, considerando el espaciado entre ellos = 41,1 mm

N: número de pasos por tubos = 2

$D_{\text{int. carcasa}}$: diámetro interior de la carcasa

$$D_{\text{int. carcasa}} = 10 \cdot 2 \cdot 0,0411 \text{ m}$$

$$D_{\text{int. carcasa}} = 0,822 \text{ m}$$

Su diámetro exterior y espesor de pared se determinan de manera conjunta, mediante un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, sabiendo que:

$$D_{\text{ext. carcasa}} = D_{\text{int. carcasa}} + 2 \cdot e$$

$$e = \frac{Pd \cdot D_{\text{ext}}}{2 \cdot S + 0,8 \cdot Pd} + t + C_{\text{adm}}$$

e: espesor de pared

$D_{\text{ext. carcasa}}$: diámetro exterior de la carcasa

$D_{\text{int. carcasa}}$: diámetro interior de la carcasa = 0,822 m

Pd: presión de diseño, la cual es equivalente a un 10% más que la presión en el interior de la carcasa = 1,1 atm

T = temperatura máxima de diseño = 75 °C

S: característica del material a la temperatura de diseño, 75°C = 1820 atm

t: tolerancia proporcionada por el fabricante = 0,5 mm

C_{adm} : espesor de corrosión admisible = 0,75 mm.

$$D_{\text{ext. carcasa}} = 822 \text{ mm} + 2 \cdot e$$

$$e = \frac{1,1 \text{ atm} \cdot D_{\text{ext}}}{2 \cdot 1820 \text{ atm} + 0,8 \cdot 1,1 \text{ atm}} + 0,5 \text{ mm} + 0,75 \text{ mm}$$

$$e = \frac{1,1 \cdot D_{\text{ext}}}{3640,88} \text{ mm} + 1,25 \text{ mm}$$

Se determina que:

$$D_{\text{ext}} = 825 \text{ mm}$$

$$e = 1,5 \text{ mm}$$

Por último, la longitud total del equipo viene dada por:

$$L_c = 3 \cdot D_{\text{ext. carcasa}}$$

Y debe cumplir que:

$$L_c > 3 \cdot L_p$$

L_c : longitud de la carcasa

L_p : longitud de los tubos por paso = 0,5 m

$$L_c = 3 \cdot 0,825 \text{ m}$$

$$L_c = 2,475 \text{ m}$$

A continuación, se especifican todas las dimensiones características del condensador diseñado:

CONDENSADOR 2	
Código	IQ-C2
CARCASA	
Longitud	2,475 m
Diámetro externo	0,825 m
Diámetro interno	0,822 mm
Espesor de pared	1,5 mm
Fluido	Agua
Número de pasos del fluido	1 paso
Caudal de flujo volumétrico	0,00019 m ³ /s
TUBOS	
Cantidad	4 tubos
Longitud total	3,7 m
Número de pasos	2 pasos
Longitud por paso	1,85 m
Diámetro externo	13,7 mm
Diámetro interno	11,2 mm
Espesor de pared	1,254 mm
Fluido	Mezcla: etanol y agua
Caudal de flujo volumétrico	0.00036 m ³ /s

Tabla 53: especificaciones del condensador diseñado - Fuente: elaboración propia

4.6.8.6 - Diseño del rehervidor: este intercambiador de calor trata la corriente que egresa por el último plato de la segunda columna. Una fracción de esta corriente en fase líquida, denominada fluido frío, constituida mayoritariamente

por agua será evaporada con el fin de ser recirculada a la torre, mientras que la fracción restante que no se evapora, egresa completamente del circuito.

Dicha evaporación se dará por medio del intercambio de calor con un “fluido caliente” a través de las paredes del equipo. El fluido caliente seleccionado es vapor a una temperatura de 250°C.

El equipo será un intercambiador de calor de carcasa y tubos, de 1 paso por carcasa y 2 pasos por tubos. Por la carcasa circula el fluido frío, es decir, la corriente que egresa por el último plato de la columna, mientras que por los tubos circula el vapor.

En la siguiente tabla se especifican las condiciones de la corriente líquida, denominada “fluido frío” que se tratará en el intercambiador:

Fluido frío	Mezcla: agua, etanol y aceite de fusel
Caudal másico entra: mf1	281 kg/h
Caudal másico recirculado: mf2	142 kg/h
Caudal másico que sale: mf3	139 kg/h
Temperatura de ingreso: T ₁	90,12 °C
Temperatura de egreso: T ₂	97,06°C
Calor específico del líquido	4,178 KJ/Kg°C
Calor latente de condensación	2226 KJ/Kg

Tabla 54: propiedades del fluido frío tratado - Fuente: elaboración propia

En el diseño se tiene en cuenta que, al ser un cambio de temperatura considerable, el área de intercambio a determinar considerará tanto el calor latente de vaporización, como el sensible.

Q = calor total intercambiado

$$Q = Q_{\text{latente}} + Q_{\text{sensible}} = m_{\text{frío recirculado}} \cdot \Delta H_{\text{frío recirculado}} + m_{\text{frío entra}} \cdot c_{p \text{ fríoe líquido}} \cdot (T_2 - T_1)_{\text{frío}}$$

$$Q = 281 \text{ kg/h} \cdot 4,178 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{C} \cdot (97,06 - 90,12)^\circ\text{C} + 142 \text{ kg/h} \cdot 2226 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q = 323794,5 \text{ KJ/h}$$

Determinado el calor total intercambiado entre ambas corrientes y conociendo la temperatura de entrada y salida del “fluido caliente”, es decir, del vapor, se determina la cantidad que se necesita de este para dicho intercambio, siendo de 250°C su temperatura de ingreso y 110°C la de salida.

$$Q = m_{\text{vapor}} \cdot c_{p \text{ vapor}} \cdot (t_3 - t_1)_{\text{vapor}}$$

t₁: temperatura a la que ingresa el vapor al intercambiador = 250°C

t₂: temperatura a la inicia la evaporación

t_3 : temperatura a la que sale el vapor del intercambiador = 110°C

cp_{vapor} : calor específico medio del vapor = 2,59 KJ/kg.°C

$$m_{\text{vapor}} = \frac{323794,5 \text{ KJ/h}}{2,59 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \cdot (250 - 110)^\circ\text{C}}$$

$$m_{\text{vapor}} = 893 \text{ kg/h}$$

Mientras que la temperatura a la que se encuentra el vapor al iniciar la condensación se determina por medio del calor sensible intercambiado entre ambos fluidos.

$$Q_{\text{sensible absorbido}} = Q_{\text{sensible cedido}}$$

$$Q_{\text{sensible absorbido}} = m_{\text{frío entra}} \cdot cp_{\text{frío líquido}} \cdot (T_2 - T_1)_{\text{frío}}$$

$$Q_{\text{sensible cedido}} = m_{\text{vapor}} \cdot cp_{\text{vapor}} \cdot (t_2 - t_1)_{\text{vapor}}$$

Por lo tanto:

$$t_2 = 250^\circ\text{C} - \frac{281 \text{ kg/h} \cdot 4,178 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{C} \cdot (97,06 - 90,12)^\circ\text{C}}{893 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot \frac{2,59 \text{ KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}}$$

$$t_2 = 246^\circ\text{C}$$

Las condiciones y propiedades del vapor utilizado en el rehedidor se especifican a continuación:

Fluido caliente	Vapor de agua
Caudal másico	893 kg/h
Densidad media	5,153 kg/m ³
Caudal volumétrico	0,15 m ³ /s
Temperatura entrada: t_1	250°C
Presión entrada: P_1	40 atm
Temperatura salida: t_2	110°C
Presión salida: P_2	2,7 atm
Calor específico medio	2,59 KJ/Kg°C

Tabla 55: propiedades del fluido de calefacción utilizado - Fuente: elaboración propia

Para determinar el área de intercambio necesaria se emplea la misma expresión de cálculo usada en los casos anteriores, es decir:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{\text{balanceado}} \cdot F$$

Q: calor total intercambiado entre los fluidos

U: Coeficiente global de transferencia de calor

$\Delta T_{\text{balanceado}}$: cambio de temperatura medio logarítmico

F: factor de corrección del cambio de temperatura medio logarítmico

CÁLCULO DEL $\Delta T_{\text{BALANCEADO}}$:

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = \frac{Q}{\frac{Q_C}{\Delta T_{ml_C}} + \frac{Q_E}{\Delta T_{ml_E}}} = \frac{Q}{\frac{m_{liq} \cdot \Delta H_{liq}}{\ln \ln \left(\frac{T_1 - t_2}{T_1 - t_1} \right)} + \frac{m_{liq} \cdot c_{p_{liq}} \cdot (t_3 - t_2)}{\ln \ln \left(\frac{T_1 - t_3}{T_2 - t_2} \right)}}$$

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = \frac{323794,5 \text{ KJ/h}}{\frac{(1996+2494) \text{ KJ}}{h^\circ C}}$$

$$\Delta T_{\text{balanceado}} = 72^\circ C$$

Determinación del F: el factor de corrección se lo determina nuevamente mediante los números adimensionales P y R, mediante el mismo gráfico utilizado anteriormente.

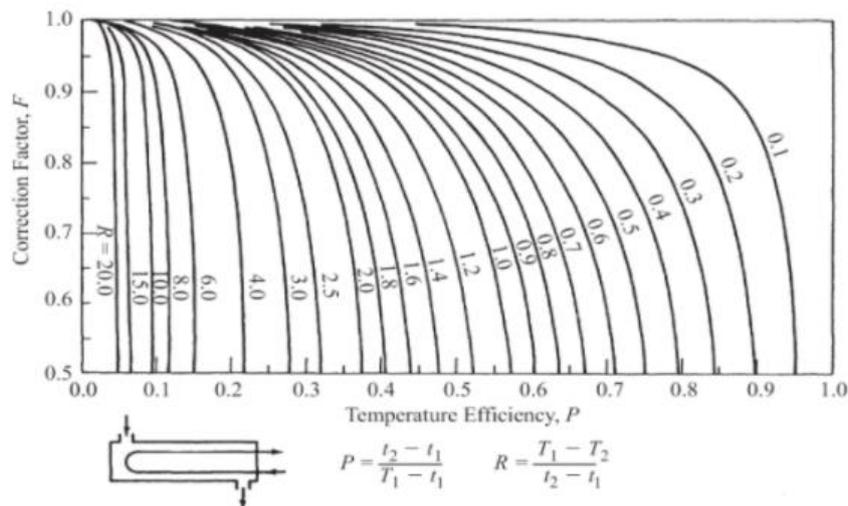


Figure 10: Factor de corrección de la diferencia de temperatura media logarítmica para intercambiadores de tubo y carcasa con un sólo paso por la carcasa y pasando por el tubo dos veces. (Adaptado de de la referencia [2])

Figure 45: determinación del factor de corrección - Fuente: Diseño de intercambiador de calor Eduardo Cao

$$P = \frac{110^\circ C - 250^\circ C}{97,06^\circ C - 250^\circ C} = 0,88$$

$$R = \frac{97,06^\circ C - 90,12^\circ C}{250^\circ C - 110^\circ C} = 0,003$$

Por lo tanto:

$$F = 0,95$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor “U”:

Este coeficiente se determina nuevamente a partir de los coeficientes de transferencia de calor individuales correspondientes al lado externo e interno de los tubos.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o}}$$

h_o: coeficiente individual de transferencia de calor externo.

h_i: coeficiente individual de transferencia de calor interno.

Cálculo del espesor y diámetro interior de los tubos:

Los tubos serán de acero inoxidable AISI 304, con un diámetro nominal de 1 ^{1/2} pulgadas, correspondiente a un diámetro exterior de 48,3 mm.

El espesor de los tubos del intercambiador viene dado por:

$$e = \frac{Pd \cdot Dex}{2 \cdot S + 0,8 \cdot Pd}$$

e: espesor del tubo

Dex: diámetro exterior del tubo = 48,3 mm

Pd: presión de diseño, la cual es equivalente a un 10% más que la presión en el interior de los tubos = 44 atm

T = temperatura máxima de diseño = 250°C

S: característica del material a la temperatura de diseño, 250°C = 1600 atm

$$e = \frac{44 \text{ atm} \cdot 48,3 \text{ mm}}{2 \cdot 1600 \text{ atm} + 0,8 \cdot 44 \text{ atm}}$$

$$e = 0,66 \text{ mm}$$

A este espesor debe sumarse la tolerancia proporcionada por el fabricante, cuyo valor se asume de 0,5 mm, así como el espesor de corrosión admisible, siendo su valor de 0,75 mm. Por lo tanto:

$$e_{\text{total}} = 0,66 \text{ mm} + 0,75 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}$$

$$e_{\text{total}} = 1,91 \text{ mm}$$

Conociendo el diámetro exterior del tubo y su espesor, queda determinado el diámetro interior, ya que:

$$D_{\text{interior}} = D_{\text{exterior}} - 2 \cdot \text{espesor}$$

$$D_{\text{interior}} = 48,3 \text{ mm} - 2 \cdot 1,91 \text{ mm}$$

$$D_{\text{interior}} = 44,5 \text{ mm}$$

Determinado el diámetro interior de los tubos, se procede al cálculo de los coeficientes individuales de transferencia de calor.

Cálculo del coeficiente individual exterior “ho”: por el lado exterior de los tubos circula el agua que se evapora parcialmente. El cálculo del coeficiente individual del lado exterior viene dado por:

$$h_o = 0,729 \cdot \left(\frac{g \cdot \rho_l \cdot (\rho_l - \rho_v) \cdot h_{fg} \cdot Kl^3}{\mu_v \cdot (T_{\text{sat}} - T_s) \cdot de} \right)^{1/4}$$

g: fuerza de la gravedad = 9,81 m²/s

ρ_v : densidad media del vapor que ingresa por el lado de los tubos: 5,153 kg/m³

ρ_l : densidad de la mezcla que ingresa por la carcasa: 946,3 kg/m³

h_{fg} : calor latente de vaporización del agua que circula por la carcasa = 2226 KJ/kg

Kl: conductividad térmica de la mezcla que ingresa por la carcasa: 0.6718 W/m°C

μ_v : viscosidad dinámica media del vapor que circula por los tubos = 0.000015 Pa.s

de: diámetro exterior de los tubos = 48,3 mm = 0,0483 m

T_{sat} : temperatura de saturación del vapor: 250°C

T_s : temperatura de salida del agua que circula por los tubos: 97,06°C

$$h_o = 0,729 \cdot (5,31 \cdot 10^{16})^{1/4} \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$h_o = 11068 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Cálculo del coeficiente individual interior “hi”: por el interior de los tubos circula el vapor. El coeficiente individual interno viene dado por la siguiente expresión, la cual a su vez es función del régimen de flujo que existe en el interior de dichos tubos.

$$h_i = \frac{K \cdot NU}{D_{\text{int}}}$$

K: conductividad térmica de los tubos, los cuales son de acero inox. AISI 304 =15 W/m°C

NU: número adimensional de Nussett, el cual es función del régimen de flujo a través de los tubos, es decir, el número adimensional de Reynolds.

Dint: diámetro interior de los tubos = 44,5 mm

Primero se determina el régimen de flujo del vapor por el interior de los tubos, por medio del cual podremos determinar posteriormente el número de Nussett.

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

Re: número adimensional de Reynolds

V: viscosidad cinemática del vapor que circula por los tubos = $2,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

u: velocidad de flujo del vapor que circula por los tubos = 8 m/s

d: diámetro interior de los tubos = 0,0445 m

$$Re = \frac{u \cdot d}{V}$$

$$Re = \frac{8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,0445 \text{ m}}{2,9 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}$$

$$Re = 122097$$

Como el $Re > 4.000$, el régimen de flujo por el interior de los tubos bajo estas condiciones de operación es turbulento.

Para un flujo forzado por el interior de una conducción cilíndrica cuyo patrón de flujo es turbulento el número adimensional de Nussett queda determinado por la siguiente expresión de cálculo:

$$NU = 0,023 \cdot Pr^{0,4} Re^{0,8}$$

Pr: número adimensional de Prandtl, el cual es función de las propiedades del vapor que circula por los tubos

Cp: calor específico medio del vapor = 2,59 KJ/kg.K

μ : viscosidad dinámica media del vapor = $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$

k: conductividad térmica media del vapor = 0,0364 W/m.K

$$Pr = \frac{c_p \cdot \mu}{k}$$

$$Pr = \frac{2,59 \frac{KJ}{kg.k} \cdot 0.000015 Pa.s}{0,0364 \frac{W}{m.k}}$$

$$Pr = 1,07$$

Entonces:

$$NU = 0,023 \cdot Pr^{0,4} Re^{0,8}$$

$$NU = 0,023 \cdot 1,07^{0,4} \cdot 122097^{0,8}$$

$$NU = 277$$

Determinado el número adimensional de Nussett se calcula el coeficiente individual interno "hi":

$$hi = \frac{K \cdot NU}{Dint}$$

$$hi = \frac{15 \frac{W}{^{\circ}C \cdot m} \cdot 277}{0,0445 m}$$

$$hi = 93434 W/m^2.^{\circ}C$$

Finalmente se determina el coeficiente global de transferencia de calor, el cual es función de los fluidos y las condiciones bajo las que circulan por ambos lados del tubo y por las propiedades físicas de dicho tubo, es decir:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \frac{1}{ho}} = \frac{1}{\frac{1}{11068 \frac{W}{m^2.^{\circ}C}} + \frac{1}{93434 \frac{W}{m^2.^{\circ}C}}}$$

$$U = 9896 W/m^2.^{\circ}C$$

Cálculo del área de intercambio: una vez determinados el cambio de temperatura medio logarítmico, su correspondiente factor de corrección y el coeficiente de transferencia de calor global, se calcula el área total de intercambio.

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{balanceado} \cdot F}$$

$$A = \frac{323794 \frac{KJ}{h} \cdot 1000 \frac{J}{KJ} \cdot \frac{1h}{3600s}}{9896 \frac{J}{^{\circ}C \cdot m^2} \cdot 72^{\circ}C \cdot 0,95}$$

$$A = 1,33 m^2$$

Conocida el área de intercambio requerida para condensar la totalidad de la corriente gaseosa, se determina el número de tubos necesarios y su longitud.

Cálculo del número de tubos y su longitud: para ello se parte del caudal de vapor que circula por los tubos, el cual está relacionado con su velocidad de flujo y el área de sección transversal que atraviesa dicho caudal, es decir:

$$Q_{vol} = V_{flujo} \cdot A$$

Q_{vol} : caudal volumétrico del vapor que circula por los tubos = 0,05 m³/s

A: área total de intercambio = $n \cdot \pi \cdot D_{int}^2/4$

n = número total de tubos

D_{int} : diámetro interior de los tubos = 0,0445 m

V_{flujo} = velocidad de flujo del fluido que circula por los tubos. Se asume una velocidad de flujo de 8 m/s.

$$n = \frac{Q_{vol} \cdot 4}{V_{flujo} \cdot \pi \cdot D_{int}^2}$$

$$n = \frac{0,05 \frac{m^3}{s} \cdot 4}{\pi \cdot (48,3 \text{ mm})^2 \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 8 \text{ m/s}}$$

$$n = 4 \text{ tubos}$$

Determinada la cantidad de tubos necesarios, se determina su longitud sabiendo que:

$$A = n \cdot N \cdot \pi \cdot D_{ex} \cdot L$$

L_p : longitud de los tubos por paso

N: número de pasos del vapor por los tubos = 2

D_{ex} : diámetro exterior de los tubos = 0,0483 m

$$L_p = \frac{A}{n \cdot N \cdot \pi \cdot D_{ex}}$$

$$L_p = \frac{1,33 \text{ m}^2}{4 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 48,3 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}}$$

$$L_p = 1,1 \text{ m}$$

Por lo tanto, longitud total de cada tubo es:

$$L = N \cdot L_p$$

$$L = 2 \cdot 1,1 \text{ m}$$

$$L = 2,2 \text{ m}$$

Mientras que la distancia de separación entre cada tubo se asume igual al diámetro exterior de cada tubo.

A continuación, se representa la evolución de temperatura de cada corriente a lo largo de los tubos:

Longitud tubo (m)	T. agua (°C)	T. vapor (°C)
0	90.12	250
0.37	97.06	226.7
0.73	97.06	203.3
1.10	97.06	180.0
1.46	97.06	156.7
1.83	97.06	133.4
2.20	97.06	110.0

Tabla 56: evolución de temperatura - Fuente: elaboración propia

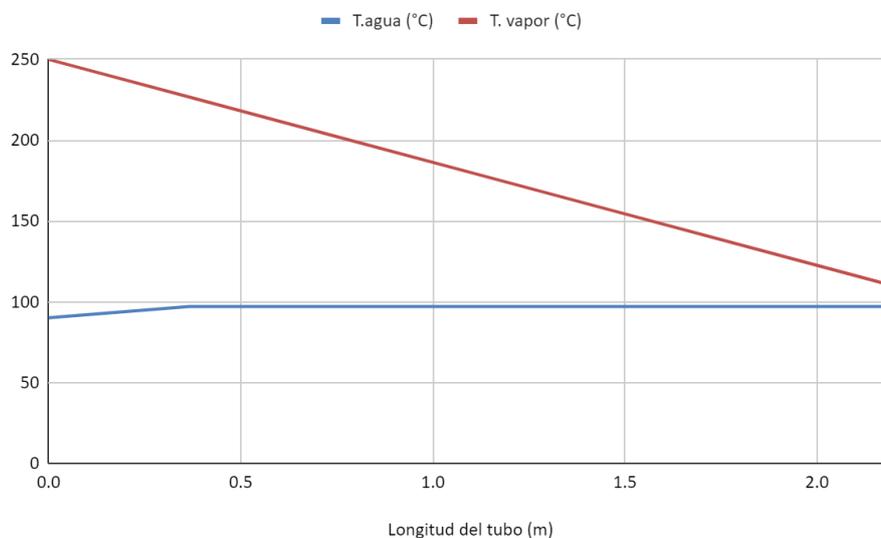


Figure 46: evolución de temperatura - Fuente: elaboración propia

Para completar el diseño del condensador, se determinan las dimensiones características de la carcasa, es decir, su longitud, diámetro, material y espesor de pared.

La carcasa será de acero inoxidable AISI 304.

El diámetro correspondiente al área de sección transversal de la carcasa viene dado por:

$$D_{\text{int. carcasa}} = 3 \cdot N \cdot D_{\text{empaquetado}}$$

$D_{\text{empaquetado}}$: diámetro del empaque de tubos, considerando el espaciado entre ellos
= 0,1449 m

N: número de pasos por tubos = 2

$D_{\text{int. carcasa}}$: diámetro interior de la carcasa

$$D_{\text{int. carcasa}} = 3 \cdot 2 \cdot 0,1449 \text{ m}$$

$$D_{\text{int. carcasa}} = 0,87 \text{ m}$$

Su diámetro exterior y espesor de pared se determinan de manera conjunta, mediante un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, sabiendo que:

$$D_{\text{ext. carcasa}} = D_{\text{int. carcasa}} + 2 \cdot e$$

$$e = \frac{Pd \cdot D_{\text{ext}}}{2 \cdot S + 0,8 \cdot Pd} + t + C_{\text{adm}}$$

e: espesor de pared

$D_{\text{ext. carcasa}}$: diámetro exterior de la carcasa

$D_{\text{int. carcasa}}$: diámetro interior de la carcasa = 0,87 m

Pd: presión de diseño, la cual es equivalente a un 10% más que la presión en el interior de la carcasa = 1,1 atm

T = temperatura máxima de diseño = 97,12 °C

S: característica del material a la temperatura de diseño, 97,12°C = 1760 atm

t: tolerancia proporcionada por el fabricante = 0,5 mm

C_{adm} : espesor de corrosión admisible = 0,75 mm.

$$D_{\text{ext. carcasa}} = 870 \text{ mm} + 2 \cdot e$$

$$e = \frac{1,1 \text{ atm} \cdot D_{\text{ext}}}{2 \cdot 1760 \text{ atm} + 0,8 \cdot 1,1 \text{ atm}} + 0,5 \text{ mm} + 0,75 \text{ mm}$$

$$e = \frac{1,1 \cdot D_{\text{ext}}}{3640,88} \text{ mm} + 1,25 \text{ mm}$$

Se determina que:

$$D_{\text{ext}} = 870 \text{ mm} = 0,87 \text{ m}$$

$$e = 1,25 \text{ mm}$$

Por último, la longitud total del equipo viene dada por:

$$L_c = 3 \cdot D_{\text{ext. carcasa}}$$

Y debe cumplir que:

$$L_c > 3 \cdot L_p$$

L_c : longitud de la carcasa

L_p : longitud de los tubos por paso = 1,1 m

$$L_c = 3 \cdot 0,87 \text{ m}$$

$$L_c = 2,61 \text{ m}$$

A continuación, se especifican todas las dimensiones características del rehervidor diseñado:

REHERVIDOR 2	
Código	IQ-R2
CARCASA	
Longitud	2,61 m
Diámetro externo	0,8725 m
Diámetro interno	0,870 m
Espesor de pared	1,25 mm
Fluido	Mezcla: Agua y etanol
Número de pasos del fluido	1 paso
Caudal de flujo volumétrico	0,00008 m ³ /s
TUBOS	
Cantidad	2 tubos
Longitud total	2,2 m
Número de pasos	2 pasos
Longitud por paso	1,1 m
Diámetro externo	48,3 mm
Diámetro interno	44,5 mm
Espesor de pared	1,91 mm
Fluido	Vapor
Caudal de flujo volumétrico	0.05 m ³ /s

Tabla 57: especificaciones del rehervidor diseñado - Fuente: elaboración propia

4.6.9 - Tamices moleculares:

En esta operación se utilizarán dos tamices moleculares, ya que mientras uno se encuentra operativo, el otro estará bajo un proceso de regeneración, realizando una desorción del agua que previamente adsorbió.

La alimentación al sistema se lleva a cabo con la corriente que egresa por la cabeza de la columna de rectificación. La mezcla etanol-agua pasa a través de un equipo cilíndrico que contiene un lecho de material adsorbente en su interior.

Se seleccionó zeolita tipo A con un diámetro de poro de 3 Å y diámetro de partícula de 4 mm como dicho material adsorbente.

Debido a la diferencia de afinidad de las moléculas del etanol y del agua con respecto al adsorbente, esta última queda atrapada en el lecho, mientras el etanol pasa a través del mismo aumentando su concentración en la corriente de salida del equipo, llegando a una concentración de 99,5% p/p.

Para esta operación, se considera que la adsorción se lleva a cabo en fase vapor, por lo que el destilado de la columna de rectificación, que está a una temperatura de 78,34°C y 1 atm, se sobrecalienta a 116 °C y se incrementa su presión hasta 2 atm, mediante un compresor.

La corriente procedente de la columna de rectificación está compuesta por 0,84 kmol/h de agua y 2,86 kmol/h de etanol, equivalente a 15,27 kg/h de agua y 130,87 kg/h de etanol. Teniendo presente que la zeolita tipo A presenta una capacidad de adsorción de agua en las condiciones de operación de alrededor del 70 % de su peso, se procede a determinar la cantidad de zeolita requerida, siendo:

$$\text{Zeolita} = \text{kg agua} / 0,7 = 15,27 \text{ kg} / 0,7 = 21,81 \text{ kg}$$

Entonces se requiere un lecho de zeolita tipo A compuesto por 21,81 kg de zeolita. Conocida la masa de zeolita requerida, se determina el volumen que ocupa en el tamiz, para lo cual se considera una densidad de 680 kg/m³, siendo el volumen de zeolita en el tamiz de 0,032 m³.

$$\text{Volumen de zeolita} = 21,81 \text{ kg} / 680 \text{ kg/m}^3 = 0,032 \text{ m}^3$$

Determinado el volumen del lecho, se procede a determinar tanto el diámetro, como la altura del mismo. Se toma un diámetro del lecho de 0,2 m, siendo la altura del mismo de 1 m.

$$\text{Diámetro interior del lecho} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Altura del lecho} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Área de sección transversal del lecho} = 0,314 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen del lecho} = 0,032 \text{ m}^3$$

Con estas dimensiones se alcanza el volumen requerido que fue mencionado anteriormente, igual a 0,032 m³.

A continuación, se procede a determinar la pérdida de carga originado por el lecho de partículas en la corriente gaseosa procedente de la columna de rectificación para determinar el salto de presión que debe proporcionar el compresor instalado con el objeto de que la presión de la corriente de etanol anhidro sea de 1 atm a la salida del tamiz molecular.

Para determinar la caída de presión se utiliza la ecuación de Ergum:

$$\Delta p_l = \frac{150 \cdot \mu \cdot L \cdot (1 - \epsilon)^2}{D_p^2 \cdot \epsilon^3} v_s + \frac{1,75 \cdot L \cdot \rho \cdot (1 - \epsilon)}{D_p \cdot \epsilon^3} v_s^2$$

Δp_l = es la pérdida de carga originada por el lecho, en Pa

μ = viscosidad etanol en condiciones de presión y temperatura = $0,9645 \cdot 10^{-3}$ Pa.s

ρ = densidad etanol en condiciones de presión y temperatura, de valor 782 kg/m^3

$\epsilon = 1 - (\rho_B/\rho_r) = 0,69$

$D_p = 4 \text{ mm} = 0,004 \text{ m}$

$v_s = Q/A = 6,04 \text{ m/h} = 0,0017 \text{ m/s}$

Sustituyendo, se determina que la pérdida de carga ocasionada por el lecho de partículas de zeolitas es de 5,42 Pa, equivalente a $5,310^{-5}$ atm. En consecuencia, esta es una pérdida de carga despreciable por lo que no se requiere que el compresor incremente la presión de entrada al sistema de tamices moleculares más allá de las 2 atm antes mencionadas. Por ende, las condiciones de alimentación se mantendrán a 116°C y 2 atm de presión.

La determinación del espesor y de la altura del equipo se realiza de forma conjunta y por secciones, separándose el cálculo del cuerpo cilíndrico de los extremos superior e inferior de ésta, de la misma manera que se realizó con las columnas.

Para la determinación de los espesores de las carcasas de los tamices moleculares, se tendrá en cuenta que el material de construcción, continúa siendo acero inoxidable AISI 304L.

- **Determinación espesor y altura del extremo superior:**

El espesor del cabezal viene dado por:

$$s \text{ (mm)} = \left(\frac{0,885 \cdot P_d \cdot R_{int}}{S \cdot E - 0,1 \cdot P} + t_{corr} \right) \cdot 1,1$$

en donde:

P_d = presión de diseño, calculada como $P_{op} \cdot 1,1 = 2,2 \text{ atm}$

R_{int} = radio interior de la columna = $0,1 \text{ m} = 100 \text{ mm}$

S = característica del material a la temperatura de diseño, $116^\circ\text{C} = 1.650 \text{ atm}$

E = eficacia de soldadura = por defecto se toma un valor de 0,85

t_{corr} = sobre espesor de corrosión = $0,8 \text{ mm}$

Sustituyendo en la expresión anterior, se determina que el espesor mínimo del cabezal de la columna de separación es de 1 mm. Dicho cabezal tendrá una forma tori esférica, siendo las dimensiones características de este las siguientes:

$D_{int} = 0,2 \text{ m} = 200 \text{ mm}$

$r = 0,1 \cdot D_{int} = 0,02 \text{ m} = 20 \text{ mm}$

$$h_1 = 3,5 \cdot s = 3,5 \cdot 1 \text{ mm} = 3,5 \text{ mm}$$

$$h_2 = 0,1935 \cdot D_{int} - 0,455 \cdot s = 0,1935 \cdot 200 \text{ mm} - 0,455 \cdot 1 \text{ mm} = 38,25 \text{ mm}$$

$$h_3 = h_1 + h_2 = 41,75 \text{ mm}$$

- **Determinación espesor del cuerpo cilíndrico:**

Para la determinación del espesor del cuerpo cilíndrico de la carcasa del tamiz, se hace uso de la misma expresión matemática usada anteriormente propuesta por el código ASME:

$$s \text{ (mm)} = \left(\frac{P_d \cdot D_{int}}{2 \cdot E \cdot S - 1,2 \cdot P_d} + t_{corr} \right) \cdot 1,1$$

En la que el parámetro de la ecuación toma los mismos valores que en el cálculo del espesor del cabezal superior de la carcasa.

P_d = presión de diseño, calculada como $P_{op} \cdot 1,1 = 2,2 \text{ atm}$

D_{int} = diámetro interior de la columna = $0,2 \text{ m} = 200 \text{ mm}$

S = característica del material a la temperatura de diseño, $116 \text{ °C} = 1.650 \text{ atm}$

E = eficacia de soldadura = por defecto se toma un valor de $0,85$

t_{corr} = sobre espesor de corrosión = $0,8 \text{ mm}$

Sustituyendo en la ecuación se determina que el espesor mínimo del cuerpo cilíndrico de la carcasa del tamiz es de 1 mm .

- **Determinación espesor y altura del extremo inferior:**

Por último, para la determinación del espesor del cabezal inferior de la carcasa del tamiz se ha de determinar la presión hidrostática de la carcasa, que es la que representa la presión que ejercería el líquido en el interior de la carcasa en el supuesto de que toda la carcasa se encontrase llena de fluido. La altura del líquido se determina a partir de la altura del lecho de zeolita, es decir, 1 m , considerando ese lecho en el caso de fallo en la operación se inunde con etanol anhidro líquido.

$$P_{hidrostática} = \rho \cdot g \cdot h_{liq} = 791,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m} = 7.764,6 \text{ Pa} = 0,076 \text{ atm}$$

La presión total en el fondo viene dada por la suma de la presión de operación y la presión hidrostática, cuyo valor asciende a $2,076 \text{ atm}$, por lo que se redondea a $2,1 \text{ atm}$ a fines prácticos.

Tomando esa presión, y haciendo uso de la misma expresión matemática del código ASME usada anteriormente y de las especificaciones mencionadas a continuación, se determina que el espesor mínimo del fondo de la carcasa es también de 1 mm .

P_d = presión de diseño, calculada como $P_{total} \cdot 1,1 = 2,2 \text{ atm}$

D_{int} = diámetro interior de la columna = 0,2 m = 200 mm

S = característica del material a la temperatura de diseño, 116 °C = 1.650 atm

E = eficacia de soldadura = por defecto se toma un valor de 0,85

t_{corr} = sobre espesor de corrosión = 0,8 mm

El resto de parámetros para la determinación de la altura de la sección de fondo de la carcasa se realiza de igual forma que en los cálculos explicados para el cabezal, siendo la altura del fondo de la columna de 41,75 mm.

D_{int} = 0,2 m = 200 mm

$r = 0,1 \cdot D_{int} = 0,02 \text{ m} = 20 \text{ mm}$

$h_1 = 3,5 \cdot s = 3,5 \cdot 1 \text{ mm} = 3,5 \text{ mm}$

$h_2 = 0,1935 \cdot D_{int} - 0,455 \cdot s = 0,1935 \cdot 200 \text{ mm} - 0,455 \cdot 1 \text{ mm} = 38,25 \text{ mm}$

$h_3 = h_1 + h_2 = 41,75 \text{ mm}$

- **Determinación de altura total del equipo:**

Sabiendo la altura del lecho que contiene los 21,81 kg de Zeolita, la altura del cabezal y la altura del fondo del equipo se determina la altura total del equipo.

Altura del lecho = 1 m

Altura del cabezal = 41,75 mm

Altura del fondo = 41,75 mm

Entonces:

Altura del equipo = 1m + 0,04175m . 2 = 1,0835m

El tamiz molecular diseñado es de 1,085m, al que se le suma por seguridad un 15% de dicha altura extra, de forma que la altura total de diseño es de 1,25 m. En la tabla siguiente se muestran a modo de resumen las principales características de cada tamiz molecular:

TAMICES MOLECULARES	
Código	TA-1 ,TA-2
Componentes principales	Agua y etanol
Relleno	Material: Zeolita
	Tipo: A
	Poros: 3 Å
	Capacidad adsorción: 70% p/p
Condiciones operación	2 atm y 116 °C
Corriente alimentación	2 atm y 116 °C
	Composición: 70 % p/p etanol
Corriente salida	2 bar y 116 °C
	Composición: 99,5 % p/p etanol
Material de construcción	Acero inoxidable, AISI 304L
Espesores carcasa	Cabezal = 1 mm
	Cuerpo cilíndrico = 1 mm
	Fondos = 1 mm
Altura carcasa	1,25 m

Tabla 58: especificaciones del deshidratador diseñado - Fuente: elaboración propia

Cabe destacar que la operación de adsorción requiere que una vez saturado el lecho del adsorbente con la sustancia a separar, en este caso agua, se debe realizar la liberación de la misma. Esta desorción de agua permite la reutilización del material adsorbente.

Para la regeneración de los tamices se propone la tecnología de adsorción por vaivén de presión (Pressure Swing Adsorption, PSA) que implica el uso de dos lechos de adsorción. Mientras uno de los lechos produce vapores de etanol anhidro supercalentados bajo presión, el otro se regenera en condiciones de vacío recirculando una pequeña porción de los vapores sobrecalentados de etanol a través de los tamices moleculares.

Con este método de operación propuesto, se prolonga la vida útil de los tamices por varios años, lo que a su vez representa costos bajos en contraste con el reemplazo del material adsorbente y por ende costos de operación reducidos.

4.7 - CÁLCULO, DISEÑO Y ADOPCIÓN DE EQUIPOS AUXILIARES:

4.7.1 - PROVISIÓN DE AGUA:

El agua utilizada en la planta es potable de red provista por el servicio de agua y mantenimiento empresa del estado provincial "SAMEEP", la cual es requerida en

el proceso productivo en cuestión, sus servicios auxiliares asociados, la limpieza de los equipos, el consumo de agua por parte del personal de la planta y el agua requerida contra potenciales incendios.

Proceso productivo y servicios auxiliares asociados: el agua es requerida en los tanques de mezcla, tanto para realizar la mezcla propiamente dicha, como para en enfriamiento mediante la camisa de refrigeración de los tanques durante y tras la etapa de licuefacción.

También es requerida durante la etapa de fermentación para evitar el aumento de temperatura de la mezcla, en los condensadores de las torres de destilación, en los intercambiadores de calor ubicados posteriormente a las etapas de compresión y deshidratación.

A continuación, se realiza el cálculo del agua requerida durante cada etapa mencionada anteriormente.

- **Requerimiento de agua para la mezcla:** esta debe ser tal que la relación harina de sorgo:agua sea de 3:1. Como se utilizan 18,6 toneladas semanales de harina, deberían ser 55,8 toneladas de agua las requeridas, pero en realidad serán 41,2 toneladas, equivalentes a 41,32 m³ semanales requeridos, ya que el otro porcentaje requerido se brindará cuando condense el vapor inyectado a los tanques para calentar dicha mezcla y posteriormente, cuando se realice su cocción.
- **Requerimiento de agua durante y tras la licuefacción de la mezcla:** tras la etapa de cocción, la mezcla se licuefacta durante 90 minutos, periodo en el cual su temperatura debe descender desde 120 a 90°C. Para lograrlo circula agua a 25°C por la camisa de los tanques y se calcula el caudal másico de agua necesaria sabiendo que el calor cedido por la mezcla es el mismo que absorbe el agua de refrigeración, es decir:

$$Q_{cedido1} = Q_{absorbido1}$$

t_{w1} : temperatura inicial del agua de refrigeración = 25°C

t_{w2} : temperatura final del agua de refrigeración = 75°C

C_{pw} : calor específico medio del agua de refrigeración = 4.186 J/Kg.°C

m_{w1} : caudal másico de la agua de refrigeración

m_M : caudal másico de la mezcla = 77.800 Kg/semana

T_{M1} : temperatura inicial de la mezcla = 120°C

T_{M2} : temperatura final de la mezcla = 90°C

C_{pM} : calor específico medio de la mezcla = 4.217 J/Kg.°C

$Q_{cedido1}$: calor sensible cedido por la mezcla = $m_M \cdot c_{pM} \cdot (T_2 - T_1)_M$

$Q_{absorbido1}$: calor absorbido por el agua de refrigeración = $m_{W1} \cdot c_{pW} \cdot (t_2 - t_1)_W$

Entonces:

$$Q_{cedido1} = Q_{absorbido1}$$

$$m_{W1} = m_M \cdot c_{pM} \cdot (T_2 - T_1)_M / c_{pW} \cdot (t_2 - t_1)_W$$

$$m_{W1} = \frac{77.800 \text{ Kg/semana} \cdot 4.217 \text{ J/Kg}^\circ\text{C} \cdot (120 - 90)^\circ\text{C}}{4.186 \text{ J/Kg}^\circ\text{C} \cdot (25 - 75)^\circ\text{C}}$$

$$m_{W1} = 47.025,7 \text{ Kg/semana} = 47,17 \text{ m}^3/\text{semana}$$

Mientras que el requerimiento semanal de agua para enfriar la mezcla desde los 90°C hasta los 35°C necesarios para la posterior etapa de fermentación se calcula de la misma manera:

t_{w1} : temperatura inicial del agua de refrigeración = 25°C

t_{w2} : temperatura final del agua de refrigeración = 30°C

C_{pW} : calor específico medio del agua de refrigeración = 4.179 J/Kg.°C

m_{W2} : caudal másico de la agua de refrigeración

m_M : caudal másico de la mezcla = 77.800 Kg/semana

T_{M1} : temperatura inicial de la mezcla = 90°C

T_{M2} : temperatura final de la mezcla = 35°C

C_{pM} : calor específico medio de la mezcla = 4.185 J/Kg.°C

$Q_{cedido2}$: calor sensible cedido por la mezcla = $m_M \cdot c_{pM} \cdot (T_2 - T_1)_M$

$Q_{absorbido2}$: calor absorbido por el agua de refrigeración = $m_{W2} \cdot c_{pW} \cdot (t_2 - t_1)_W$

Entonces:

$$Q_{cedido2} = Q_{absorbido2}$$

$$m_{W2} = m_M \cdot c_{pM} \cdot (T_2 - T_1)_M / c_{pW} \cdot (t_2 - t_1)_W$$

$$m_{W2} = \frac{77.800 \text{ Kg/semana} \cdot 4.185 \text{ J/Kg}^\circ\text{C} \cdot (90 - 35)^\circ\text{C}}{4.179 \text{ J/Kg}^\circ\text{C} \cdot (25 - 30)^\circ\text{C}}$$

$$m_{W2} = 857.028,7 \text{ Kg/semana} = 859,6 \text{ m}^3/\text{semana}$$

- **Requerimiento de agua durante la fermentación:** durante esta etapa se requiere mantener a la mezcla a 35°C para no generar la inactivación de las levaduras.

Si bien la fermentación se lleva a cabo durante 40 horas, la mezcla sufre un aumento de temperatura apreciable que oscila los 5°C durante las últimas 20 horas de la misma, por ende, la circulación de agua de refrigeración a 25°C se realiza durante este último periodo por la camisa de refrigeración de cada tanque de fermentación.

t_{w1} : temperatura inicial del agua de refrigeración = 25°C

t_{w2} : temperatura final del agua de refrigeración = 30°C

C_{pw} : calor específico medio del agua de refrigeración = 4.179 J/Kg.°C

m_{w3} : caudal másico de la agua de refrigeración

m_M : caudal másico de la mezcla = 77.800 Kg/semana

T_{M1} : temperatura inicial de la mezcla = 35°C

T_{M2} : temperatura final de la mezcla = 40°C

C_{pM} : calor específico medio de la mezcla = 3.942 J/Kg.°C

$Q_{cedido3}$: calor sensible cedido por la mezcla = $m_M \cdot c_{pM} \cdot (T_2 - T_1)_M$

$Q_{absorbido3}$: calor absorbido por el agua de refrigeración = $m_{w3} \cdot c_{pw} \cdot (t_2 - t_1)_W$

Entonces:

$$Q_{cedido1} = Q_{absorbido1}$$

$$m_{w3} = m_M \cdot c_{pM} \cdot (T_2 - T_1)_M / c_{pw} \cdot (t_2 - t_1)_W$$

$$m_{w3} = \frac{77.800 \text{ Kg/semana} \cdot 3.942 \text{ J/Kg.}^\circ\text{C} \cdot (40 - 35)^\circ\text{C}}{4.179 \text{ J/Kg.}^\circ\text{C} \cdot (25 - 30)^\circ\text{C}}$$

$$m_{w3} = 73.387,8 \text{ Kg/semana} = 73,6 \text{ m}^3/\text{semana}$$

- **Requerimiento de los condensadores de las torres de separación y rectificación:** el caudal másico de agua requerida por el condensador total tras la primera columna y el condensador parcial, tras la segunda columna ya se ha determinado en el apartado anterior, cuando se realizó el diseño de ambos equipos, siendo de 382.032 y 347.424 kg/semana respectivamente, equivalente a 383,18 y 348,5 m³/semana.

- **Requerimiento de agua del intercambiador de calor "1"**: tras dotar al vapor de bioetanol con la presión necesaria para su posterior deshidratación mediante una operación de compresión, es necesario reducir su temperatura, la cual aumentó durante dicha compresión. Esta reducción de temperatura del vapor se realiza mediante un intercambiador de calor de carcasa y tubos, cuyas especificaciones se encuentran más adelante en el apartado de otros equipos de servicio, donde:

t_{w1} : temperatura inicial del agua de refrigeración = 25°C

t_{w2} : temperatura final del agua de refrigeración = 75°C

C_{pw} : calor específico medio del agua de refrigeración = 4.186 J/Kg.°C

m_{w4} : caudal másico de la agua de refrigeración

m_{VB} : caudal másico del vapor = 146,4 kg/h

T_{VB1} : temperatura inicial del vapor = 166,7°C

T_{VB2} : temperatura final del vapor = 116°C

C_{pVB} : calor específico medio de la mezcla = 1.243 J/Kg.°C

$Q_{cedido3}$: calor sensible cedido por el vapor = $m_{VB} \cdot c_{pVB} \cdot (T_2 - T_1)_{VB}$

$Q_{absorbido3}$: calor absorbido por el agua de refrigeración = $m_{w4} \cdot c_{pw} \cdot (t_2 - t_1)_w$

Entonces:

$$Q_{cedido4} = Q_{absorbido4}$$

$$m_{w4} = m_{VB} \cdot c_{pVB} \cdot (T_2 - T_1)_{VB} / c_{pw} \cdot (t_2 - t_1)_w$$

$$m_{w4} = \frac{146,4 \text{ g/H} \cdot 1.243 \text{ J/Kg.}^\circ\text{C} \cdot (166,7 - 116)^\circ\text{C}}{4.186 \text{ J/Kg.}^\circ\text{C} \cdot (25 - 75)^\circ\text{C}}$$

$$m_{w4} = 44,1 \text{ kg/h} = 7.408,8 \text{ Kg/semana} = 7,43 \text{ m}^3/\text{semana}$$

- **Requerimiento de agua del intercambiador de calor "2"**: tras la deshidratación del bioetanol el cual está en estado de vapor, este debe ser condensado para su posterior almacenamiento a 30°C, por lo tanto, el calor intercambiado entre el agua de refrigeración y el vapor viene dado por el calor latente de condensación y el sensible, es decir:

$$Q_{total} = Q_{latente} + Q_{sensible}$$

$Q_{\text{sensible}} = \text{calor sensible cedido por el vapor} = m_{\text{VB}} \cdot c_{\text{pVB}} \cdot (T_2 - T_1)_{\text{VB}}$

$Q_{\text{latente}} = \text{calor latente cedido durante la condensación de vapor} = m_{\text{VB}} \cdot \Delta H_{\text{VB}}$

t_{w1} : temperatura inicial del agua de refrigeración = 25°C

t_{w2} : temperatura final del agua de refrigeración = 29°C

C_{pw} : calor específico medio del agua de refrigeración = 4.179 J/Kg.°C

m_{W5} : caudal másico de la agua de refrigeración

m_{VB} : caudal másico del vapor = 22100 kg/semana

T_{VB1} : temperatura inicial del vapor = 116°C

T_{VB2} : temperatura final del vapor = 30°C

ΔH_{VB} : calor latente de condensación del vapor de bioetanol = 839,81 KJ/Kg

C_{pVB} : calor específico medio de la mezcla = 2.087,5 J/Kg.°C

Entonces:

$$m_{W5} = m_{\text{VB}} \cdot c_{\text{pVB}} \cdot (T_2 - T_1)_{\text{VB}} + m_{\text{VB}} \cdot \Delta H_{\text{VB}} / c_{\text{pw}} \cdot (t_2 - t_1)_W$$

$$m_{W5} =$$

$$\frac{22100 \text{ kg/semana} \cdot 2.087,5 \text{ J/Kg.}^\circ\text{C} \cdot (166,7 - 116)^\circ\text{C} + 22100 \text{ kg/semana} \cdot 839,81 \text{ KJ/Kg} \cdot 1000 \text{ J/KJ}}{4.179 \text{ J/Kg.}^\circ\text{C} \cdot (29 - 25)^\circ\text{C}}$$

$$m_{W5} = 1.347.649,2 \text{ Kg/semana} = 1.352 \text{ m}^3/\text{semana}$$

Entonces, teniendo en cuenta todos los servicios auxiliares que demandan agua durante el proceso, se requieren:

m_{WSAux} = caudal volumétrico de agua para servicios auxiliares

$$m_{\text{WSAux}} = (47,16 + 859,6 + 73,6 + 383,19 + 348,5 + 7,43 + 1.352) \text{ m}^3/\text{semana}$$

$$m_{\text{WSAux}} = 3.071,14 \text{ m}^3/\text{semana}$$

Esta agua requerida para los servicios auxiliares se encontrará fluyendo en un circuito cerrado, desde su tanque de almacenamiento de agua, hacia cada equipo, saldrá de cada uno y se dirigirá hacia una torre de enfriamiento para

reacondicionar su temperatura, posteriormente retornará al tanque de almacenamiento y comenzará nuevamente el ciclo descrito.

Agua destinada a la limpieza de los equipos: los equipos que requieren agua para su limpieza posterior a su uso para que estén aptos para su próxima utilización son los tanques de mezcla, fermentadores, la centrífuga, el molino y el tambor rotatorio. El caudal de agua requerido para la limpieza de cada equipo se determina en función al 10% del volumen total disponible de cada equipo usado, teniendo en cuenta que se realizan 4 tandas por semana, utilizando 2 de los 3 tanques de mezcla disponibles por cada tanda y 3 de los 4 fermentadores disponibles.

V_t : volumen total de cada tanque de mezcla, cocción y licuefacción = 20 m^3

n_t : cantidad de tanques utilizados = 2

V_f : volumen total de cada fermentador = $14,11 \text{ m}^3$

n_f : cantidad de fermentadores utilizados = 3

V_c : volumen total de la centrífuga = $3,87 \text{ m}^3$

V_m : volumen total del molino = $5,7 \text{ m}^3$

V_{tr} : volumen total del tambor rotatorio = $0,85 \text{ m}^3$

t : tandas semanales = 4/semana

m_{WL} : caudal volumétrico de agua requerido para limpieza de equipos

Entonces:

$$m_{WL} = (V_t \cdot n_t \cdot 0,1 + V_f \cdot n_f \cdot 0,1 + V_c \cdot 0,1 + V_m \cdot 0,1) \cdot t$$

$$m_{WL} = (4 \text{ m}^3 + 4,233 \text{ m}^3 + 0,387 \text{ m}^3 + 0,57 \text{ m}^3 + 0,085 \text{ m}^3) \cdot 4/\text{semana}$$

$$m_{WL} = 36,85 \text{ m}^3/\text{semana}$$

Agua para consumo del personal: la ley de higiene y seguridad en el trabajo establece que la planta debe estar provista de 70 litros de agua por persona cada día, por lo tanto, considerando que hay 51 personas en la planta por día teniendo en cuenta todos los turnos diarios, cantidad que es determinada en el posterior apartado de “organización”, el volumen de agua de consumo requerida es de $3,6 \text{ m}^3$ diarios, ya que:

m_{WC} : caudal volumétrico de agua por día

N_P : cantidad de personas presentes en la planta por día = 51 personas/día

V_P : volumen de agua por persona por día : 70 litros/persona.día

ρ_w : densidad de agua de consumo a 25°C = 997 Kg/m³

Entonces:

$$m_{WC} = N_P \cdot V_P .$$

$$m_{WC} = 51 \text{ personas} \cdot 70 \text{ litros/persona.día} \cdot 1\text{m}^3/1000 \text{ litros}$$

$$m_{WC} = 3,6 \text{ m}^3/\text{día}$$

Agua requerida contra incendios: el decreto reglamentario de la Ley N° 18587 de higiene y seguridad en el trabajo establece que cada planta industrial debe contar con un equivalente de 10 litros de agua por metro cuadrado de superficie para provisión contra incendios.

La planta contará con una superficie de 11.700 m², superficie que es determinada en el apartado posterior de “definición de obras civiles y accesorios”, por lo tanto, requerirá como mínimo de 117.000 m³ de agua contra potenciales incendios.

A continuación, se tabulan los requerimientos semanales de agua:

AGUA REQUERIDA	
Producción	41,32 m ³ /semana = 10,33 m ³ /tanda
Limpieza de equipos	36,85 m ³ /semana = 9,22 m ³ /tanda
Consumo del personal	3,6 m ³ /día = 25,2 m ³ /semana
Servicios auxiliares	3.071,13 m ³ /semana
Incendios	117.000 m ³

Tabla 59: Agua requerida - Fuente: Elaboración propia

4.7.2.1 - Tanque de almacenamiento de agua destinada a la producción: se requieren 41,32 m³ semanales para la mezcla con la harina de sorgo. Esta es una operación discontinua que se realiza en cuatro tandas por semana, es decir, se requieren 10,33 m³ por tanda.

En base a esto se selecciona un tanque vertical marca “ROTOR” de polietileno con protección UV de 26 m³, lo cual garantiza un volumen de agua para dos tandas de producción.



Figure 47: Tanque agua producción – Fuente: Sitio oficial ROTOR

TANQUE AGUA PRODUCCIÓN	
Código	TK-1
Tipo	Vertical
Material	Polietileno
Volumen	26 m ³
Dimensiones	Ancho: 3,05 m
	Alto: 4 m
Peso	640 Kg
Diámetro de conexión	Entrada superior: 2"
	Salida inferior: 3"

Tabla 60: Tanque agua producción – Fuente: Sitio oficial ROTOR

4.7.2.2 - Tanque de almacenamiento de agua destinada a la limpieza de los equipos: se requieren 36,85 m³ para realizar la limpieza de los equipos utilizados durante las cuatro tandas de producción semanales, equivalente a 9,22 m³ de agua por tanda.

En base a esto se selecciona nuevamente un tanque vertical marca “ROTOR” de polietileno con protección UV de 10 m³, lo cual garantiza un volumen de agua tal para la limpieza de los equipos tras una tanda de producción.



Figure 48: Tanque agua limpieza equipos – Fuente: Sitio oficial ROTOR

TANQUE AGUA LIMPIEZA	
Código	TK-2
Tipo	Vertical
Material	Polietileno
Volumen	10 m ³
Dimensiones	Diámetro: 2,25 m
	Alto: 2,85 m
Peso	220 Kg
Diámetro de conexión	Entrada superior: 2"
	Salida inferior: 2"

Tabla 61: Tanque agua limpieza equipos – Fuente: Sitio oficial ROTOR

4.7.2.3 - Tanque de almacenamiento de agua destinada al consumo del personal: se requieren 3,6 m³ diarios de agua, equivalentes a 25,2 m³ semanales. Para su almacenamiento se optó por otro tanque vertical marca “ROTOR” de polietileno de 15 m³, lo cual garantiza un volumen de agua de consumo para 4 días, cuyas características son:



Figure 49: Tanque agua de consumo – Fuente: Sitio oficial ROTOR

TANQUE AGUA CONSUMO	
Código	TK-3
Tipo	Vertical
Material	Polietileno
Volumen	15 m ³
Dimensiones	Ancho: 2,75 m
	Alto: 3,10 m
Peso	320 Kg
Diámetro de conexión	Entrada superior: 2"
	Salida inferior: 2"

Tabla 62: Tanque agua de consumo – Fuente: Sitio oficial ROTOR

4.7.2.4 - Tanque de almacenamiento de agua contra incendios: para cumplir con el requerimiento de 10 litros de agua por cada metro cuadrado de superficie de la planta se requieren 117 m³. Para satisfacer dicha demanda se contarán con 2 tanques verticales cilíndricos, cada uno de ellos con un volumen neto de 70 m³ de la empresa "EUROTANKWORKS", cada uno de ellos con las siguientes características:

TANQUE AGUA CONTRA INCENDIOS	
Código	TK-4.1 / TK-4.2
Tipo	Vertical
Material	Acero inoxidable
Volumen	100 m ³
Dimensiones	Diámetro: 4,73 m
	Alto: 6 m
Peso	6,65 toneladas
Espesor de pared	5 mm

Tabla 63: Tanque agua contra incendios – Fuente: sitio oficial “EUROTANKWORKS”



Figure 50: Tanque agua contra incendios – Fuente: sitio oficial “EUROTANKWORKS”

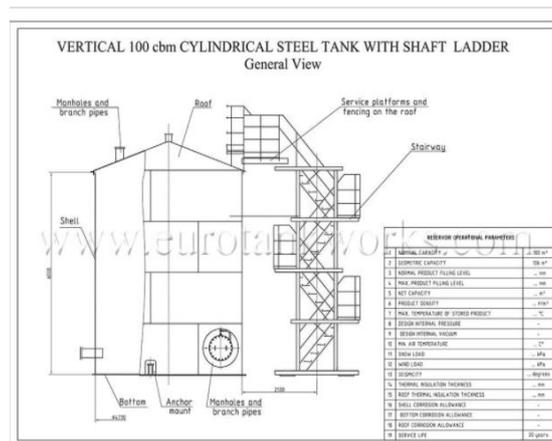


Figure 51: Tanque agua contra incendios – Fuente: sitio oficial “EUROTANKWORKS”

4.7.2.5 - Tanque de almacenamiento de agua para servicios auxiliares: se requieren 3.071,13 m³ semanales fluyendo por el circuito cerrado mencionado anteriormente, equivalente a 18,3 m³/h, el cual será abastecido por la torre de refrigeración y abastecerá a cada servicio. Para cumplir con dicha capacidad demandada se optó nuevamente por un tanque vertical marca “ROTOR” de

polietileno con protección UV de 26 m³. A continuación se especifican sus características:



Figure 52: Tanque agua para servicios aux. - Fuente: sitio oficial "ROTOR"

TANQUE AGUA SERVICIOS AUX.	
Código	TK-5
Tipo	Vertical
Material	Polietileno
Volumen	26 m ³
Dimensiones	Ancho: 3,05 m
	Alto: 4 m
Peso	640 Kg
Diámetro de conexión	Entrada superior: 2"
	Salida inferior: 3"

Tabla 64: Tanque agua para servicios aux. - Fuente: sitio oficial "ROTOR"

4.7.3 - PROVISIÓN DE VAPOR:

El vapor requerido durante el proceso es generado por una caldera, la cual es seleccionada en función de los parámetros operacionales del vapor, temperatura, presión y caudal total requerido por todos los equipos que intervienen en el proceso productivo, entre los que destacan los tanques de mezcla y cocción, rehervidores de las columnas de separación y rectificación, el sistema de deshidratación de etanol por tamices moleculares y el tambor rotatorio necesario para el tratamiento del "WDGS".

Debido a que la temperatura del vapor previamente fijado en el apartado de ingeniería correspondiente al diseño de rehervidores fue de 235°C, se fija este

parámetro operacional como el correspondiente para el vapor generado en la caldera, el cual se generará a 30 atm y mediante una válvula reductora de presión se reducirá a 2 atm, con el fin de reducir el espesor de las conducciones. A continuación, se realiza el cálculo del caudal de vapor requerido en cada uno de los equipos previamente mencionados.

Mezcla y cocción: durante la mezcla se inyecta vapor durante 10 minutos directamente al tanque para calentar la mezcla de harina y agua, desde 25°C hasta 60°C. Mientras que en la cocción se inyecta vapor para que la temperatura de la mezcla, en el transcurso de una hora, alcance los 120°C.

La mezcla final tras el proceso de cocción debe tener una proporción de agua:harina de 3:1. De ese total de agua, un tercio corresponde al vapor inyectado para su calentamiento, el cual libera su calor y condensa dentro del equipo.

- **Vapor requerido durante la mezcla:** su caudal se determina sabiendo los parámetros de ambas corrientes y que el calor absorbido por la mezcla para su calentamiento es igual al calor latente cedido por el vapor, es decir:

$$Q_{\text{cedido1}} = Q_{\text{absorbido1}}$$

Q_{abs1} : Calor absorbido por la mezcla = $m_M \cdot c_{pM} \cdot (t_2 - t_1)_M$

Q_{cedido1} : Calor latente cedido por el vapor = $m_{VM} \cdot \Delta H_v$

T_{M1} : temperatura de la mezcla al iniciar operación de mezclado = 25°C

T_{M2} : temperatura final de la mezcla al finalizar la operación mezclado = 60°C

C_{pM} : calor específico medio de la mezcla = 4.179 J/Kg.°C

m_{harina} : Caudal semanal de harina = 18.600 Kg/semana

m_{agua} : Caudal semanal de agua = 41.199 Kg/semana

m_M : Caudal semanal total de la mezcla = $m_{\text{harina}} + m_{\text{agua}} = 59.799$ Kg/semana

ΔH_v : Calor latente de condensación: = 2.203 KJ/Kg

m_{VM} : caudal de vapor requerido durante la mezcla

$$Q_{\text{abs1}} = m_M \cdot c_{pM} \cdot (t_2 - t_1)_M$$

$$Q_{\text{abs1}} = 59.799 \text{ Kg/semana} \cdot 4.179 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (60 - 25)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{abs1}} = 8746500735 \text{ J/semana} = 8746500,735 \text{ KJ/semana}$$

Entonces:

$$m_{VM} = Q_{\text{abs1}} / \Delta H_v$$

$$m_{VM} = \frac{8746500,735 \text{ KJ/semana}}{2203 \text{ KJ/Kg}}$$

$$m_{VM} = 3.970,27 \text{ Kg/semana}$$

- **Vapor requerido durante la cocción:** se determina de igual manera que el caudal de vapor necesario durante el mezclado, es decir:

$$Q_{\text{cedido2}} = Q_{\text{absorbido2}}$$

Q_{abs2} : Calor absorbido por la mezcla durante la cocción = $m_c \cdot c_{pM} \cdot (t_2 - t_1)_c$

Q_{cedido2} : Calor latente cedido por el vapor = $m_{vC} \cdot \Delta H_v$

T_{C1} : temperatura de la mezcla al iniciar operación de cocción = 60°C

T_{C2} : temperatura final de la mezcla al finalizar la operación mezclado = 120°C

c_{pM} : calor específico medio de la mezcla = $4.206 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$

m_c : Caudal semanal total de la mezcla = $m_{\text{harina}} + m_{\text{agua}} + m_{VM} = 64.623 \text{ Kg/semana}$

ΔH_v : Calor latente de condensación: = 2203 KJ/Kg

m_{vC} : caudal de vapor requerido durante la cocción

$$Q_{\text{abs2}} = m_c \cdot c_{pM} \cdot (t_2 - t_1)_c$$

$$Q_{\text{abs2}} = 64.623 \text{ Kg/semana} \cdot 4.206 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (120 - 60)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{abs}} = 16308342229 \text{ J/semana} = 16308342,229 \text{ KJ/semana}$$

Entonces:

$$m_{VC} = Q_{abs2} / \Delta H_v$$

$$m_{VC} = \frac{16308342,229 \text{ KJ/semana}}{2203 \text{ KJ/Kg}}$$

$$m_{VC} = 7.402,7 \text{ Kg/semana}$$

Vapor requerido por los rehervidores: el caudal de vapor requerido durante ambas etapas se calculó en el apartado previo durante el diseño de las columnas de separación y rectificación. Como se mencionó, el vapor se encuentra a 235°C, siendo de 347.424 kg/semana el vapor requerido por el primer rehervidor y de 116.424 kg/semana el caudal requerido por el segundo equipo.

Vapor requerido por el secador de tambor rotatorio: para determinar el caudal de vapor requerido por este equipo, primero se realiza la selección del mismo y en base al equipo y a la corriente a tratar se determina el caudal de vapor que demanda.

Tras la operación de centrifugado del mosto fermentado, la fracción pesada de dicha corriente, denominada burlanda húmeda o “WDGS”, está compuesta mayoritariamente por los residuos sólidos del grano y por una fracción menor compuesta por agua, etanol y una pequeña traza de fusel. Esta fracción menor mencionada es la que tiene que ser reducida a menos del 1% para su venta como burlanda seca, que es un importante subproducto del proceso para la complementación de alimentación ganadera.

La fracción a reducir corresponde al 7% de la corriente total y se reducirá hasta un 0,5%. Debido a que el alcohol tiene un punto de ebullición menor que el agua, este se evaporará completamente, mientras que ese 0,5% remanente tras el secado estará compuesto solo por agua.

A continuación, se especifica la composición diaria de dicha fracción gruesa a tratar:

Componente	COMPOSICIÓN DE FRACCIÓN GRUESA			
	Antes		Después	
	tn/semana	% p/p	tn/semana	% p/p
Sólidos	9.365	92,9	9.365	99,5
Agua	0.48	4,8	0,024	0,5
Etanol	0.23	2,28	0	0
Aceite de fusel	0.001	< 0,001	0	0
Total	10.08	100%	9,389	100%

Tabla 65: composición de la fracción pesada antes y después de su tratamiento - Fuente: elaboración propia

El secador de tambor se selecciona en función del caudal a tratar, es decir, 10 tn/semana y el caudal a evaporar, es decir, 69 tn/semana, equivalente a 4,9 kg/h. En base a esto se selecciona un equipo de la empresa “Zhengzhou Technology” modelo “HG-600” construido a base de acero inoxidable AISI 304. Este cuenta con una superficie de calefacción eficaz de 1,12 m², un diámetro y longitud de 0,6 y 0,8 metros respectivamente.

El calentamiento indirecto de la superficie de calefacción del tambor se realiza con vapor a 235°C, utilizando 2,5 kg de vapor por cada kg de humedad evaporada, es decir, 12,25 kg/h.

El tambor rota por acción de un motor, el proceso de secado se realiza en una sola rotación del mismo y el producto seco se separa del tambor mediante una cuchilla incorporada en el equipo.

A continuación, se especifican las características del equipo:

SECADOR ROTATORIO	
Marca	Zhengzhou Technology
Código	ST-1
Modelo	HG-600
Ubicación	Nave de proceso de producción
Dimensiones	Diámetro: 0,8 m
	Longitud: 1,7 m
Superficie de calefacción	1,12 m ²
Peso	850 kg
Potencia del motor	2,2 KW
Caudal máximo	70 kg/h
Caudal a tratar	60 kg/h
Caudal a evaporar	4,9 kg/h
Medio de calefacción	Vapor a 235°C
Vapor requerido	12,25 kg/h

Tabla 66: características del tambor rotatorio - Fuente: elaboración propia



Figure 53: ilustración del tambor rotatorio seleccionado - Fuente: sitio oficial Zhengzhou Technology

Por lo tanto, el vapor total requerido por todos los equipos que intervienen durante el proceso productivo es:

$$1m_{VM} = (3.970,27 + 7.402,7 + 116.424 + 347.424 + 2.058) \text{ kg/semana}$$

$$m_{VM} = 477278,97 \text{ kg/semana} = 2.840,94 \text{ kg/h}$$

Generación de vapor: conocido finalmente el caudal de vapor total requerido, se seleccionó para su generación una caldera "Bosch UNIVERSAL", de tipo pirotubular de tres pasos, correspondiente a la serie "UL-SX", la cual genera vapor saturado a alta presión.

Este equipo garantiza una generación mínima de vapor, a 235°C y 30 atm, de 2.600 kg/h y máxima de 28.000 kg/h, rango en el cual se encuentra nuestra demanda.



Figure 54: caldera seleccionada - Fuente: sitio oficial "Bosch UNIVERSAL"

Este equipo consta de un hogar de combustión, correspondiente al primer paso, más dos pasos de gases por los tubos y la cámara de inversión húmeda en la parte posterior, los cuales forman un conjunto integrado dentro del cuerpo sometido a presión.

El hogar de combustión se encuentra dispuesto lateralmente, la cámara de inversión posterior y la posición de los tubos de gases dispuestos horizontalmente brindan la máxima superficie de intercambio térmico por radiación y convección.

En lo referente a las dimensiones del equipo, éste presenta una longitud de 9,46 m, una altura total de 3,8 m y un ancho de 3,8 m.

La caldera seleccionada consta con el equipamiento básico para su óptimo funcionamiento. Dicho equipamiento incluye el cuerpo de presión de la caldera, equipos de regulación y de seguridad, el quemador, un módulo de bombas de alimentación, una caja de bornes, la cual ya está cableada, el gabinete eléctrico de control, incluido el control de la caldera "BCO", el cual permite realizar un control de la caldera y el sistema a través del navegador. La caja de bornes integrada ya está cableada. Los haces de cables se suministran con conectores codificados que facilitan su instalación durante el cableado eléctrico entre el gabinete de control de la caldera y la caja de bornes.

También consta de una gran cámara de agua que posee el equipo, que ofrece suficiente volumen de almacenamiento para poder cubrir también peaks repentinos de consumo.

La caldera está compuesta por un quemador de gasoil, el cual produce una llama en el interior del cuerpo de la caldera que calienta los tubos por los que circula el agua, de forma que mediante el calor aportado por la llama se logra obtener el vapor en las condiciones de presión y temperatura deseadas.

En la figura siguiente se muestra un esquema básico de la caldera:

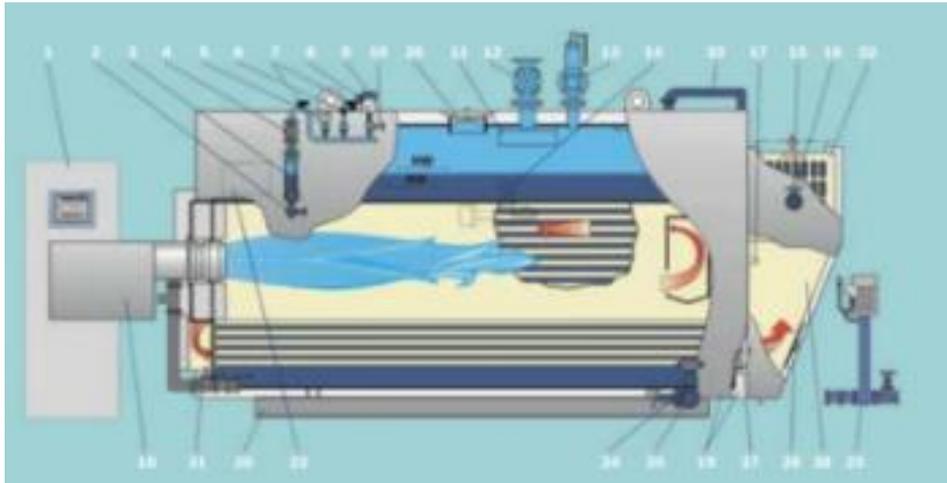


Figure 55: esquema general de caldera seleccionada - Fuente: sitio oficial "Bosch UNIVERSAL"

- 1- Gabinete eléctrico de operación y control con el sistema BCO incorporado.
- 2- Grifo de purga, para toma de muestras de agua.
- 3- Indicador óptico del nivel de agua con cristal protector y reflector.
- 4- Válvula de corte del tubo de presostatos, libre de mantenimiento.
- 5- Presostato de seguridad.
- 6- Transductor de presión.
- 7- Electrodo limitador del nivel bajo de agua.
- 8- Manómetro.
- 9- Transmisor de nivel.
- 10- Válvula del manómetro con función de chequeo.
- 11- Separador de gotas.
- 12- Válvula de salida de vapor.
- 13- Válvula de seguridad con resorte.
- 14- Medición continua automática de la conductividad y del contenido en sales.
- 15- Válvula de retención del agua de alimentación.
- 16- Válvula de corte del agua de alimentación, libre de mantenimiento.
- 17- Mirilla.
- 18- Quemador.
- 19- Aislamiento acabado con revestimiento de protección.
- 20- Bancada.
- 21- Tren de gas.

- 22- Caja de bornes.
- 23- Módulo de bombas de alimentación.
- 24- Válvula de corte de purga, libre de mantenimiento.
- 25- Válvula de purga automática de lodos. Dispositivo de corte rápido.
- 26- Boca de inspección del lado del vapor.
- 27- Boca de inspección del lado del agua.
- 28- Registro de inspección del lado de los gases de escape.
- 30- Cámara de evacuación de los gases de escape.
- 32- Intercambiador de calor de gases de escape 'ECONOMIZADOR'.
- 33- Piping de conexión entre ECO / caldera

Además del equipamiento previamente mencionado, la sala paralela en la cual se encuentra ubicada la caldera consta de los siguientes equipamientos auxiliares, los cuales garantizan su óptimo funcionamiento. Dichos equipos se mencionan a continuación:

- Módulo de tratamiento de agua "WTM".
- Módulo de servicio agua de alimentación "WSM".
- Módulo de servicio de condensado "CSM".
- Módulo de recepción, expansión y enfriamiento de purgas "BEM".
- Analizador de agua "WA".
- Sistema de control de la instalación SCO.

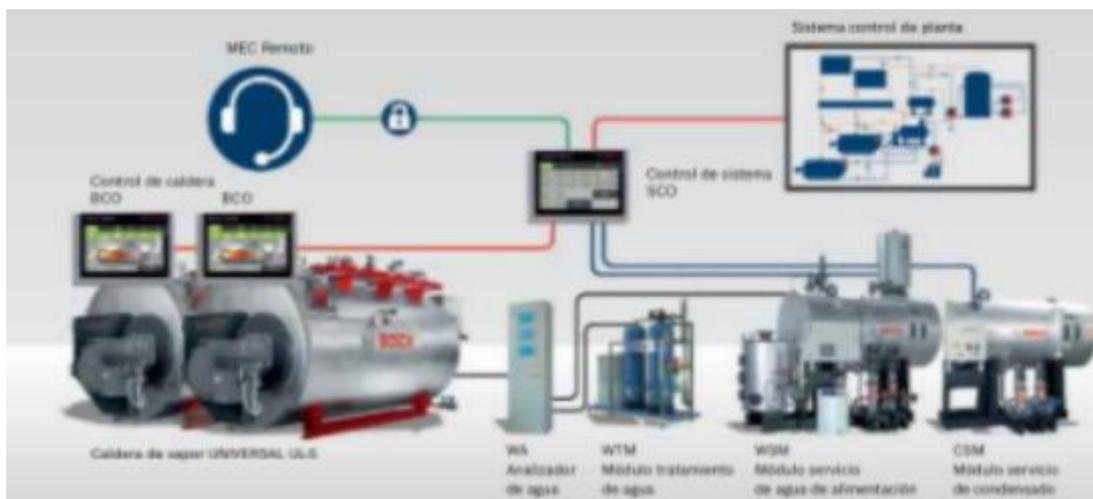


Figure 56: sistema integrado a la caldera - Fuente: sitio oficial "Bosch UNIVERSAL"

A continuación, se especifican las características de la caldera seleccionada:

CALDERA DE VAPOR	
Marca	Bosch UNIVERSAL
Código	CV-1
Serie	UL-SX
Tipo	Pirotubular de tres pasos
Caudal másico de generación	Mínimo: 2600 kg/h
	Máximo: 22.000 kg/h
Caudal másico de vapor a generar	2.855,5 kg/h
Temp. Vapor generado	235°C
Características del vapor a generar	30 atm
Combustible	Gasóleo "C"
Dimensiones del equipo	Longitud: 9,466 m
	Altura: 3,835 m
	Ancho: 3874

Figure 57: características de la caldera seleccionada - Fuente: elaboración propia

4.7.4 - PROVISIÓN DE COMBUSTIBLE:

Como se mencionó, la caldera está compuesta por un quemador de gasoil, específicamente gasóleo tipo "C", el cual está concebido para su uso en calderas ya que debido a su alto contenido en parafinas produce un alto poder calorífico.

Cálculo del combustible requerido: El equipo seleccionado genera 2.840 kg/h de vapor a 30 atm y 235 °C, empleando como combustible gasóleo tipo "C". El requerimiento del mismo se determina por medio del calor total requerido por la caldera para generar el vapor con las características antes mencionadas y con el calor específico del combustible.

$$Q_{\text{req}} : \text{Calor requerido} = m_w \cdot c_{p_{WM}} \cdot (T_2 - T_1)_w$$

$$T_{W1} : \text{temperatura del agua al ingresar a la caldera a 1 atm} = 25^\circ\text{C}$$

$$T_{W2} : \text{temperatura final del vapor al salir de la caldera a 35 atm} = 235^\circ\text{C}$$

$$C_{p_M} : \text{calor específico medio} = 3850 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$m_w : \text{caudal de agua requerida para la generación de vapor} = 2.840,94 \text{ kg/h}$$

$$Q_{\text{req}} = m_w \cdot c_{p_{WM}} \cdot (T_2 - T_1)_w$$

$$Q_{\text{req}} = 2.840,94 \text{ kg/h} \cdot 3850 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (235 - 25)^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ h}/3600 \text{ s} \cdot 1 \text{ KJ}/1000 \text{ J}$$

$$Q_{\text{req}} = 638 \text{ KW}$$

Y sabiendo que el poder calorífico específico del gasóleo tipo "C" es de 53203,744 KJ/kg, entonces el requerimiento de combustible será:

$$m_c = \frac{638 \text{ KW}}{53203,744 \text{ KJ/kg}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}}$$

$$m_c = 43,4 \text{ kg/h}$$

Tanque de almacenamiento de combustible: se dispondrán de dos tanques, uno de mayor volumen en el cual se almacenará el combustible requerido para 2 semanas de funcionamiento de la caldera y que alimentará a un segundo tanque de menor volumen, el cual contará con el combustible necesario para su funcionamiento durante una jornada.

V_1 : volumen para 14 días de funcionamiento de la caldera

V_2 : volumen para 1 día de funcionamiento de la caldera

m_c : caudal másico de combustible requerido = 43,4 kg/h

ρ_c = densidad del gasóleo C = 850 kg/m³

Entonces, el volumen de ambos tanques queda determinado por:

$$V_1 = 43,4 \text{ kg/h} \cdot 24 \text{ h/día} / 850 \text{ kg/m}^3$$

$$V_1 = 1,22 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$V_2 = 43,20 \text{ kg/h} \cdot 24 \text{ h/día} \cdot 14 \text{ días} / 850 \text{ kg/m}^3$$

$$V_2 = 17 \text{ m}^3/\text{día}$$

En base a estos volúmenes se seleccionaron los siguientes tanques aptos para almacenamiento de gasóleo tipo "C":

Tanque de mayor volumen: se seleccionó un tanque de la empresa "Emiliana Serbator" clase "Ge Tank", diseñado especialmente para el almacenamiento de combustibles líquidos. Este es de tipo eje horizontal cilíndrico de 20.000 litros, con el fin de que el 15% de este volumen se encuentre vacío. Su material de construcción es de acero al carbono, tratado con una capa de antioxidante y una capa de esmalte de acabado verde. Posee un diámetro y longitud de 2,4 y 4,5 metros respectivamente, con un espesor de pared de 4 mm.

Consta con un techo de protección contra los agentes atmosféricos, construido con un bastidor resistente de acero al carbono galvanizado y cubierta de chapa ondulada galvanizada autoportante.



Figure 58: tanque seleccionado "Ge Tank" - Fuente: sitio oficial "Emiliana Serbator"

Tanque de combustible diario: también se ha seleccionado un tanque de la empresa "Emiliana Serbator" clase "Tank Fuel". con características similares al anteriormente mencionado, es decir, de eje horizontal cilíndrico de 1.300 litros, cuyo material de construcción es acero al carbono, tratado con una capa de antioxidante y una capa de esmalte de acabado verde.

Su diámetro y longitud es de 1,1 y 1,48 metros, con un espesor de pared de 4mm.

Para la protección de los agentes externos, este tanque consta de un securbox, es decir, un un armario metálico, de chapa galvanizada ondulada.



Figure 59: tanque diario seleccionado "Tank Fuel" - Fuente: sitio oficial "Emiliana Serbator"

4.7.5 - INSTALACIONES DE FRÍO: no corresponde.

4.7.6 - EQUIPOS DE TRANSPORTE DE SÓLIDOS:

Se necesitarán un total de 9 transportadores de cadena horizontales, 2 elevadores de cadenas y un elevador de cangilones los cuales serán nombrados en la siguiente tabla y los equipos asociados a ellos:

Transportadores de cadenas:

TRANSPORTADOR DE CADENAS HORIZONTAL						
CÓDIGO	EQUIPOS	POTENCIA (kW)	LONGITUD (m)	MODELO	CAPACIDAD (tn/h)	MARCA
TCH-1	SILOS	3	4,5	T57	120	AGROMAY
TCH-2	SILOS	11	32	T57	120	AGROMAY
TCH-3	MOLINO	2,2	4,4	T44	20	AGROMAY
TCH-4	MOLINO	2,2	4,4	T44	20	AGROMAY
TCH-5	MOLINO	2,2	4,4	T44	20	AGROMAY
TCH-6	MOLINO	4	36	T44	20	AGROMAY
TCH-7	MOLINO	2,2	4	T44	20	AGROMAY
TCH-8	MOLINO	2,2	7,5	T44	20	AGROMAY
TCH-9	TAMBOR ROT.	2,2	14	T44	20	AGROMAY

Tabla 67: transportadores de cadenas horizontal seleccionados - Fuente: Elaboración propia

TRANSP. DE CADENAS HORIZONTAL - MODELO T57 (mm)									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
279	470	750	100	250	470	290	300	770	300
L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
300	500	970	500	650	1300	550	1120	420	480

Tabla 68: dimensiones del modelo T57 seleccionado - Fuente: sitio oficial "AGROMAY"

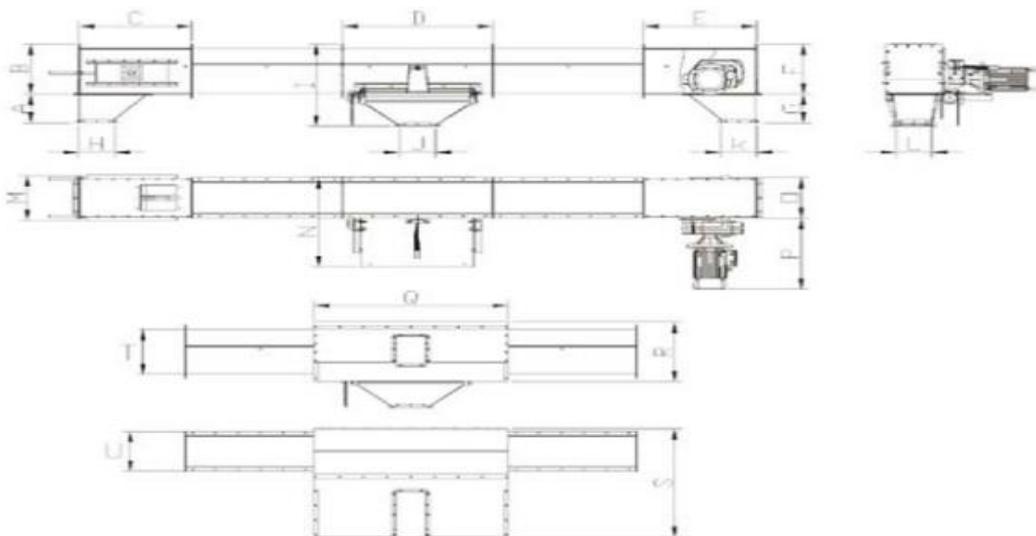


Figure 60: dimensiones de los transportador T57 seleccionados - Fuente: sitio oficial "AGROMAY"

TRANSP. CADENAS HORIZONTAL - MODELO T44 (mm)								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
200	360	300	385	215	500	845	1000	135
J	K	L	M	N	O	P	Q	R
500	328	360	280	580	190	190	200	375
S	T	U	V	X	Y	Z	Æ	Ø
500	200	225	1220	505	675	100	420	405

Tabla 69: dimensiones del modelo T44 seleccionado - Fuente: sitio oficial "AGROMAY"

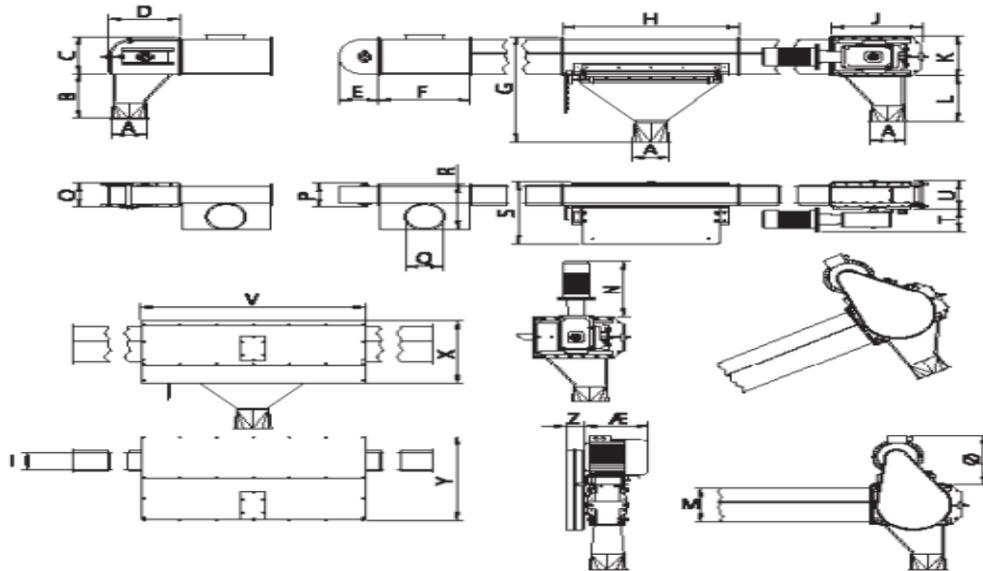


Figure 61: dimensiones de los transportador T44 seleccionados - Fuente: sitio oficial "AGROMAY"

Elevadores de cadenas:

ELEVADOR DE CADENAS						
CÓDIGO	EQUIPOS	POTENCIA (kW)	LONGITUD (m)	MODELO	CAPACIDAD (tn/h)	MARCA
ECV-1	MOLINO	1,5	1.6	T20	20	AGROMAY
ECV-2	TANQUE MEZCLA	1,5	5	T20	20	AGROMAY

Tabla 70: elevadores de cadenas seleccionados - Fuente: Elaboración propia

ELEV. DE CADENAS - MODELO T20 (mm)						
531	328	500	160	430	920	430
I	J	K	L	M	N	O
690	300	400	385	230	410	100

Tabla 71: elevador T20 seleccionado - Fuente: sitio oficial "AGROMAY"

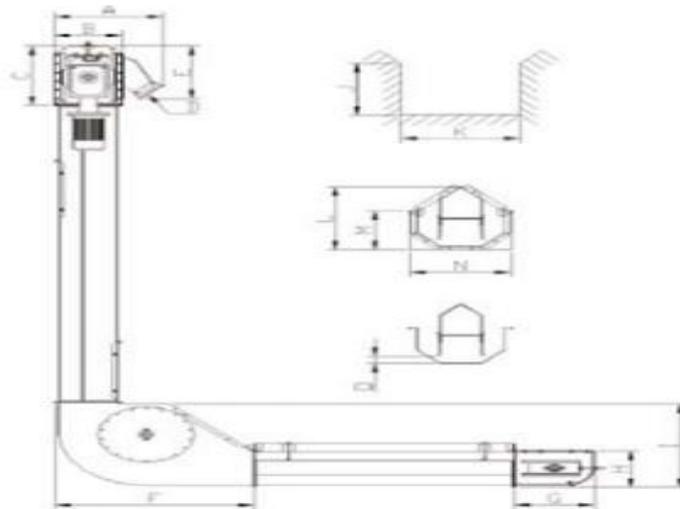


Figure 62: ilustración del: elevador T20 seleccionado - Fuente: sitio oficial "AGROMAY"

Elevador de cangilones:

ELEVADOR DE CANGILONES						
CÓDIGO	EQUIPO	POTENCIA (kW)	LONGITUD (m)	MODELO	CAPACIDAD (tn/h)	MARCA
ECG-1	SILOS	7,5	10	T55	120	AGROMAY

Tabla 72: elevadores de cangilones seleccionados - Fuente: Elaboración propia

ELEV. DE CANGILONES - MODELO T55 (mm)						
A	B	C	D	E	F	G
1350	1060	1100	240	240	300	1175
H	I	J	K	L	M	
1055	300	1210	1100	580	500	

Tabla 73: dimensiones de los elevadores T55 seleccionados - Fuente: Elaboración propia

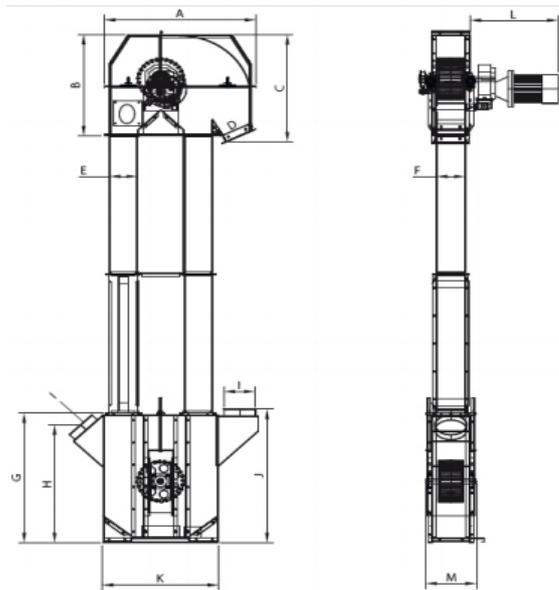


Figure 63: ilustración de los elevadores T55 seleccionados - Fuente: sitio oficial "AGROMAY"

4.7.7 - CÁLCULO Y ADOPCCIÓN DE EQUIPOS PARA MOVIMIENTO DE FLUIDOS Y CAÑERÍAS:

Para la adopción de las cañerías del proceso se determinará el caudal a transportar y se seleccionará su velocidad teniendo en cuenta las velocidades recomendadas para los distintos tipos de fluidos a transportar y a partir de estos datos se seleccionará el diámetro de las cañerías, las cuales deberán estar pintadas con un color determinado en función al fluido transportar.

Las velocidades recomendadas para los distintos fluidos son:

VELOCIDADES RECOMENDADAS		
Fluido	Velocidad máxima	Tipo de Flujo
Poco viscoso	0,15 - 0,3 m/s	Flujo por gravedad
	0,3 - 0,9 m/s	Entrada de Bomba
	1,2 - 3 m/s	Salida de bomba
	1,2 - 2,4 m/s	Línea de conducción
Viscoso	0,06 - 0,15 m/s	Entrada de Bomba
	0,15 - 0,6 m/s	Salida de bomba
Vapor de agua	9 - 15 m/s	
Aire o gas	9 - 30 m/s	

Tabla 74: velocidades recomendadas para fluidos

El código de colores utilizado para la instalación de cañerías y conductos será el siguiente:

COLOR DE CONDUCCIONES	
Producto	Color
Vapor de agua	Naranja
Línea de proceso	Blanco
Combustibles	Amarillo
Aire comprimido	Azul
Electricidad	Negro
Vacío	Castaño
Agua fría	Verde
Agua caliente	Verde con franjas naranjas
Lucha contra el fuego	Rojo

Tabla 75: código de colores para conducciones industriales

A continuación, se especifican las características de las cañerías del proceso productivo principal y servicios auxiliares:

CONDUCCIONES - PROCESO PRINCIPAL						
N°	FLUIDO	CAUDAL (m ³ /s)	VEL. (m/s)	LONG. (m)	Sch	COLOR
P-1	Mezcla de fermentables	0,028	255		5S	Blanco
P-2	Mosto fermentado	0,019	2	35		Blanco
P-3	Mosto clarificado	0,02	2	7,5		Blanco
P-4	Mosto clarificado	0,0008	1,2	21		Blanco
P-5	Destilado 1	0,0006	1,2	21	40S	Blanco
P-6	Destilado 2	0,0004	4	30		Blanco
P-7	Destilado 2	0,0004	4	6		Blanco
P-8	Destilado 2	0,0004	4	10		Blanco
P-9	Bioetanol Anhidro	0,0004	4	3,5		Blanco
P-10	Bioetanol Anhidro	0,0004	2	11		Blanco
CONDUCCIONES - SERVICIOS AUXILIARES						
C1	Agua	0,00008	2	34	5S	,Verde
C2	Agua	0,43	4	42		Verde
C3	Agua	0,00016	2	44		Verde
C4	Agua	0,00063	2	25		Verde
C5	Agua	0,0003	2	37		Verde
C6	Agua	0,002	2	63		Verde
C7	Agua	0,43	2	37		Verde
C8	Agua	0,00008	2	31		Verde
C9	Agua	0,00016	2	40		Verde
C10	Agua	0,00063	2	21		Verde
C11	Agua	0,0003	2	40		Verde
C12	Agua	0,002	2	66		Verde
C13	Agua	0,43317	2	1,5		Verde
C14	Agua	0,0009	2	8,2		Verde
C15	Agua	0,0009	2	5		Verde
C16	Agua	0,0009	2	5		Verde
C17	Agua	0,0009	2	3		Verde
C18	Agua	0,0009	2	17		Verde
C19	Agua	0,00002	2	30		Verde
C20	Vapor	0,00004	12	47	80S	Naranja
C21	Vapor	0,00004	12	52		Naranja
C22	Vapor	0,000012	12	51		Naranja
C23	Vapor	0,000012	12	55		Naranja
C24	Vapor	0,0014	12	24		Naranja
C25	Vapor	0,0014	12	28		Naranja
C26	Vapor	0,0000523	12	30		Naranja
C27	Vapor	0,0000523	12	34		Naranja
C28	Vapor	0,00012	12	65		Naranja
C29	Vapor	0,00012	12	69		Naranja

Tabla 76: adopción de cañerías del proceso principal y servicios aux. - Fuente: Elaboración propia

Selección de bombas para las líneas de producción: para seleccionar las bombas se calculará la altura de bomba necesaria, la potencia requerida por la misma realizando un balance de energía por tramo de cañería y una vez

determinada dicha altura mediante las curvas características se determinará cual bomba es la más adecuada.

$$\text{Partiendo de: } h_a = \frac{\Delta P}{\gamma} + \frac{\Delta u^2}{2 \cdot g} + \Delta z + h_f$$

Al no haber diferencia de velocidad por tramo y los equipos trabajan a presión atmosférica, la ecuación se reduce a: $h_a = \Delta z + h_f$

A continuación, se plasman las alturas y caudales, por medio de los cuales se eligieron las bombas, junto con las características de dichas bombas seleccionadas:

Nº BOMBA	Nº CAÑERÍA	ha (m)	Q (m3/h)	POTENCIA (W)	BOMBA CENTRÍGUA DROTEC				
					MODELO	VEL. (rpm)	REFERENCIA	DIAMETRO ASPIRACIÓN	DIAMETRO IMPULSIÓN
B1	P1	6,64	100,8	1343	NDQ 100-200	1450	80-200	4"	3"
B2	P2	2,6	68,4	357		1450	65-160	3"	2 1/2"
B3	P3	6,52	72	1187		1450	65-160	3"	2 1/2"
B4	P4	11,07	72	2018		2900	50-160	2 1/2"	2"
B5	P5	51,71	2,88	358		2900	25-200	1 1/2"	1"
B6	P9	99,91	1,44	1,13		2900	32-250	2"	1 1/2"

Tabla 77: selección de equipos para impulsión de fluidos - Fuente: Elaboración propia

A continuación, se encuentran las curvas características de las bombas "Drotec" modelo "NDQ 100-200" que se usaron para seleccionar las bombas, en conjunto con las tablas de tamaños referenciales:

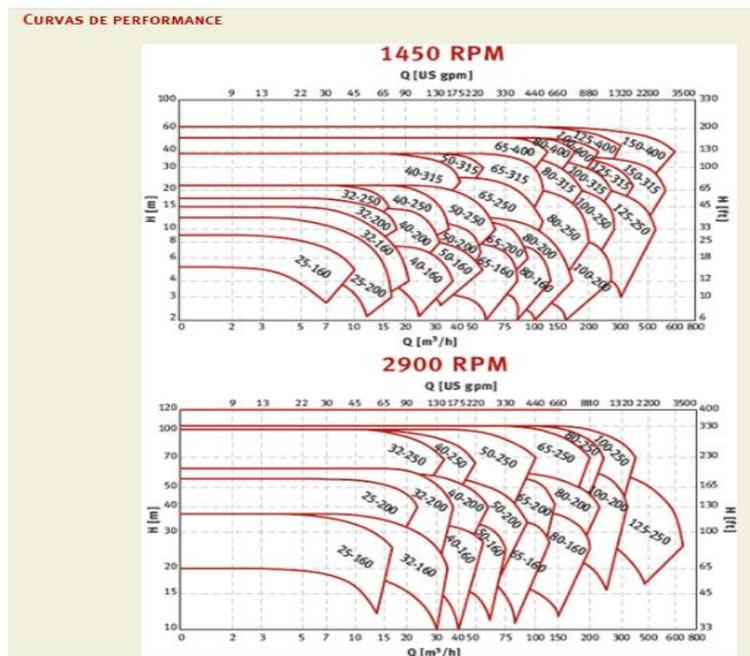
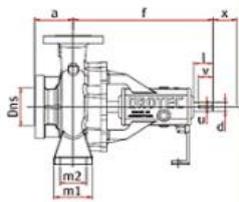
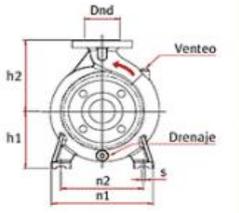


Figure 64: curvas de rendimiento para las bombas seleccionadas - Fuente: sitio oficial "Drotec"

TABLA DE DIMENSIONES

TAMAÑO	DIMENSIONES DE LAS BRIDAS		DIMENSIONES DE LA BOMBA				DIMENSIONES DE LAS PATAS					DIMENSIONES DEL EJE					
	Succión	Descarga	a	f	h1	h2	X*	m1	m2	n1	n2	s	d	u	v	l	q**
25-160	1"	1"	65	285	112	160	40	100	70	220	180	12	22	6	32	48	24
25-200	1 1/2"	1"	80	360	160	180	50	100	70	240	190	12	24	8	40	50	30
32-160	2"	1 1/2"	80	360	160	180	50	100	70	240	190	14	24	8	40	50	30
32-200								125	95	320	250	14	24	8	40	50	30
40-160	2 1/2"	1 1/2"	80	360	160	180	50	100	70	240	190	14	24	8	40	50	30
40-200								100	70	265	212	14	24	8	40	50	30
40-250								125	95	320	250	14	24	8	40	50	30
40-315								128	470	200	253	100	125	95	350	280	32
50-160	2 1/2"	2"	100	360	160	200	50	100	70	265	212	14	24	8	40	50	30
50-200								125	95	320	250	14	24	8	40	50	30
50-250	3"	2"	125	470	225	280	100	130	100	350	280	32	10	70	80	40	
50-315								125	95	350	280	32	10	70	80	40	
65-160	3"	2 1/2"	100	360	160	200	50	125	95	280	212	14	24	8	40	50	30
65-200								100	70	320	250	14	24	8	40	50	30
65-250								125	95	360	280	14	24	8	40	50	30
65-315								140	160	400	315	18	32	10	70	80	40
80-160	4"	3"	125	470	225	280	140	160	120	400	315	18	32	10	70	80	40
80-200								140	160	420	335	14	24	8	40	50	30
80-250								140	160	420	335	14	24	8	40	50	30
80-315								140	160	420	335	14	24	8	40	50	30
100-200	5"	4"	140	470	200	280	140	160	120	400	315	18	32	10	70	80	40
100-250								140	160	400	315	18	32	10	70	80	40
100-315	6"	5"	140	470	250	355	140	200	150	500	400	22	42	12	60	110	50
100-400								200	150	500	400	22	42	12	60	110	50
125-250								200	150	500	400	22	42	12	60	110	50
125-315								200	150	500	400	22	42	12	60	110	50
150-315	8"	6"	160	530	280	400	140	200	150	550	450	22	42	12	60	110	50
150-400								200	150	550	450	22	42	12	60	110	50

* Distancia para el desarme
 ** Diámetro del eje en la zona de la empaquetadura o el sello mecánico
 Sujetas a variación sin previo aviso.
 No aptas para construcción.
 Válidas sólo para referencia.

Figure 65: dimensiones para las bombas seleccionadas - Fuente: sitio oficial "Drotec"

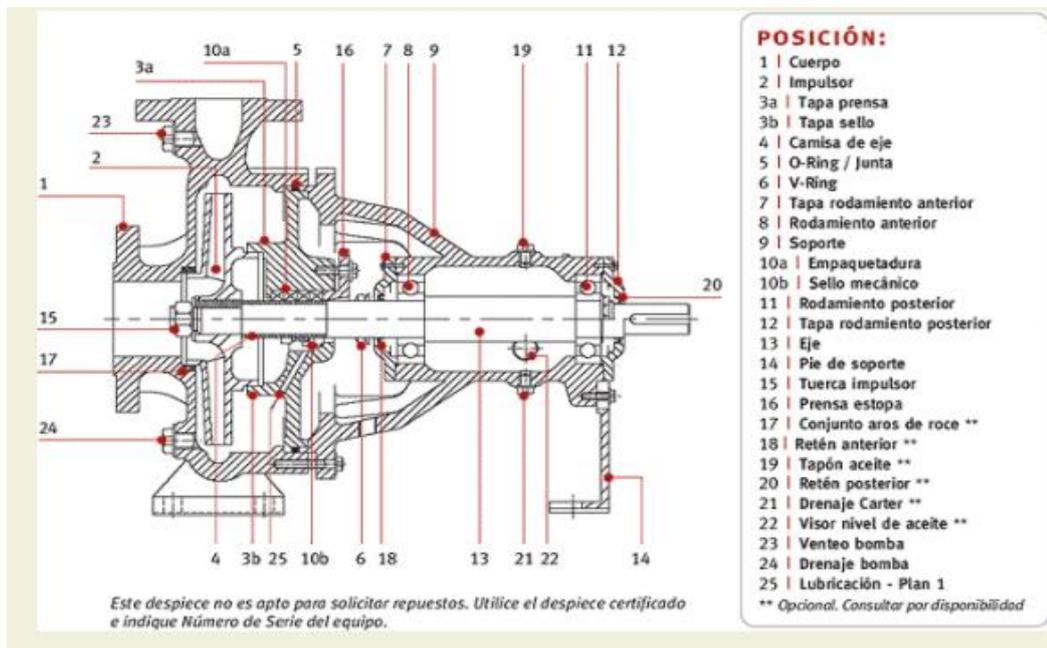


Figure 66: ilustración de las bombas seleccionadas - Fuente: sitio oficial "Drotec"

4.7.8 - OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES REQUERIDAS:

Válvula de reducción de presión: para reducir la presión del vapor generado en la caldera y de este modo reducir los costos asociados a conducciones con un mayor espesor de pared, se utiliza una válvula "PRV" de la empresa "Spirax Sarco", modelo "SPIRA-TROL" accionada por actuador, apta para trabajar con

vapor y reducir su presión de 30 a 2 atm. Esta es una válvula globo de dos vías según ASME y a continuación se plasman las especificaciones de la válvula seleccionada:

VÁLVULA "PRV"	
Marca	Spirax Sarco
Modelo	SPIRA-TROL
Tipo	Válvula de globo de dos vías
Código	VPR-1
Temp. de trabajo	Máxima: 400°C
Presión	Máxima de ingreso: 40 atm
	Mínima de egreso: 1 atm
Material	Cuerpo: Acero al carbono
Condición diseño del cuerpo	PN40 y ANSI 300
Actuador	Tipo: Neumático
Opción de sellado	Chevrón de PTFE
Tapa de sellado con fuelle	Acero inoxidable

Figure 67: características de la válvula reductora - Fuente: Elaboración propia



Figure 68: ilustración de la válvula reductora - Fuente: sitio oficial "SPIRAX SARCO"

Torre de enfriamiento: Se contará con un circuito cerrado para el acondicionamiento del agua de enfriamiento utilizada en los servicios auxiliares y con una torre de enfriamiento para acondicionar el volumen total de agua

utilizada en este circuito, que ya se han especificado en el apartado de requerimiento de agua para servicios auxiliares.

Conociendo que es de 18,28 m³/h el caudal que deberá tratar la torre de enfriamiento se seleccionó una torre “TEV T15” marca “Frimont”, la cual cuenta con:

- Circulación de aire por tiro inducido.
- Cuerpo íntegramente desarrollado en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).
- Soportes de paneles interiores y bulonería de acero inoxidable.
- Grandes ventanas de entrada de aire que permiten fácil acceso para inspección y limpieza.
- Altura de pileta que admite el acople directo de bombas sin necesidad de plataformas elevadoras.
- Aros de ventilador de cono divergente en PRFV y soporte de motor en acero inoxidable.
- Ventiladores axiales de alta performance con ángulo de ataque ajustable.
- Paneles evaporativos y separagotas en polipropileno virgen inyectado, inalterables a la radiación U.V. y de alta resistencia mecánica.

TORRE DE ENFRIAMIENTO	
Código	TE-1
Marca	Frimont
Modelo	TEV T15
Número de módulos	1
Número de capas de relleno	5
Altura de relleno	600 mm
Dimensiones características	A: 1250 mm
	B: 1250 mm
	C: 1250 mm
	D: 3170 mm

Tabla 78: características de la torre de enfriamiento seleccionada - Fuente: elaboración propia

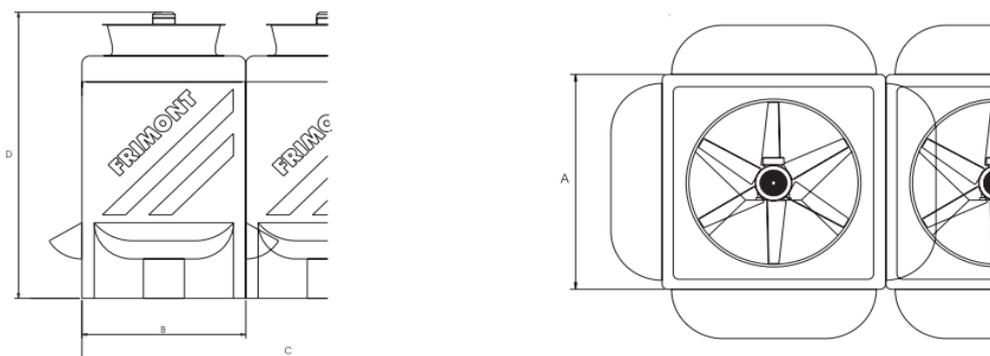


Figure 69: ilustración de la torre de enfriamiento seleccionada - Fuente: sitio oficial “Frimont”

Compresor: Para dotar al vapor de bioetanol con la presión requerida para su posterior de deshidratación se seleccionó un compresor marca “INGERSOLL RAND” tipo “Centrífugo MSG TURBO 2000”. Está diseñado con un enfriador incorporado que elimina la necesidad de un enfriador de tipo tubería separada, evitando de este modo el sobrecalentamiento del equipo. Cuenta con una válvula de retención empaquetada para una instalación más rápida, impulsores de cinco ejes fresados y un sistema de lubricación autónomo de baja presión. También cuenta con un diseño avanzado de cojinetes de piñón, diseñados para proporcionar una mayor vida útil y operación prolongada.

COMPRESOR	
Código	CM-1
Marca	INGERSOLL RAND
Tipo	Centrífugo MSG TURBO 2000
Accionamiento	Motor eléctrico
Lubricación	Sin aceite
Uso previsto	Industrial
Sistema de refrigeración	Incorporado
Presión máxima de operación	10,3 bar (149,39 psi)
Caudal máximo de operación	Máx.: 48 m ³ /min (1.695,1 ft ³ /min)
Potencia	Máx.: 260 kW (353,5 hp)
	Mín.: 93 kW (126,44 hp)

Tabla 79: características del compresor seleccionado - Fuente: elaboración propia



Figure 70: ilustración del compresor seleccionado - Fuente: sitio oficial "INGERSOLL RAND"

Válvula de Expansión: la válvula seleccionada es una “DP27G” de “Spirax Sarco” que trabaja en un rango de presión de 0,2 a 24 bar. y temperatura máxima de 350 °C.



Figure 71: ilustración de válvula de expansión - Fuente: sitio oficial "SPIRX SARCO"

Intercambiadores de calor: además de los dos condensadores necesarios para las columnas de destilación, diseñados previamente en el apartado de ingeniería, el proceso de producción demanda dos intercambiadores más, necesarios para dotar a la corriente principal de las condiciones térmicas requeridas en el proceso. Ambos serán intercambiadores de carcasa y tubos, marca “SECESPOL” que utilizarán como fluido refrigerante agua a 25°C. A continuación, se detalla la ubicación de cada uno, la corriente a tratar y sus condiciones, además de las especificaciones propias de cada uno.

INTERCAMBIADORES DE CALOR							
IQ N°	CAÑERÍA N°	CAUDAL (kg/sem)	T _w INGRESO (°C)	T _w SALIDA (°C)	mp (kg/sem)	T _p INGRESO (°C)	T _p SALIDA (°C)
1	P7	7405,6	25	75	24595,2	166,7	116
2	P9	237347,6	25	29	24595,2	116	30

Tabla 80: intercambiadores de calor del proceso - Fuente: elaboración propia

Intercambiador de calor N°1:

INTERCAMBIADOR DE CALOR N°1		
Código	IQ-5	
Marca	SECESPOL	
Tipo	HAD12.114.08.75	
Versión	F	
Parámetros de trabajo máximos permisibles	Tubos: 203°C y 16 bar	
	Carcasa: 203°C y 16 bar	
Diámetro de tubos	8 [mm]	
Área de intercambio térmico	8,8 m ²	
Capacidad lado de tubos	13,6 litros	
Capacidad lado de carcasa	43,8 litros	
Peso	114 kg	
Grupo de material	Carcasa: acero inoxidable AISI 304L	
	Tubos: acero inoxidable AISI 321	
Tipo y material de conexiones	Brida SS: acero inoxidable AISI 304	
Tamaño de conexiones	DN125	
Dimensiones versión F	A	670 mm
	B	1086 mm
	C	1524 mm
	D	445 mm
	Dz	273 mm

Tabla 81: características del primer intercambiador - Fuente: elaboración propia

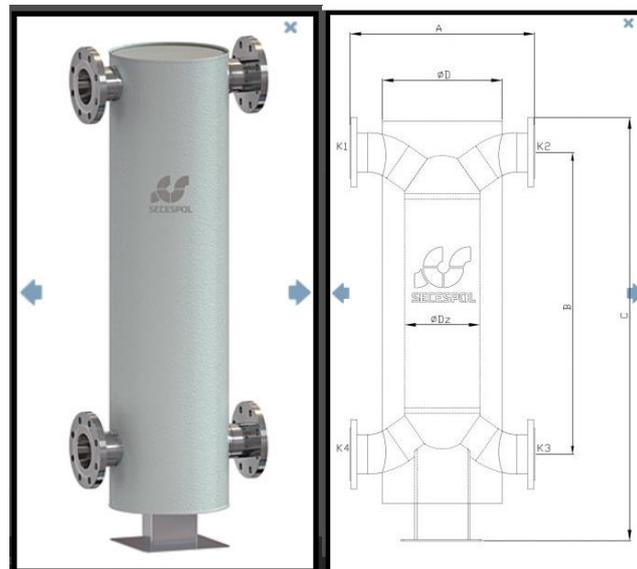


Figure 72: ilustración del intercambiador seleccionado – Fuente: sitio oficial “SECESPOL”

Intercambiador de calor N°2:

INTERCAMBIADOR DE CALOR N°2		
Código	IQ-6	
Marca	SECESPOL	
Tipo	HAD12.114	
Versión	F	
Parámetros de trabajo máximos permisibles	Tubos: 203°C y 16 bar	
	Carcasa: 203°C y 16 bar	
Diámetro de tubos	8 mm	
Área de intercambio térmico	18,4 m ²	
Capacidad lado de tubos	23,7 litros	
Capacidad lado de carcasa	59,5 litros	
Peso	178 kg	
Grupo de material	Carcasa: acero inoxidable AISI 304L	
	Tubos: acero inoxidable AISI 321	
Tipo y material de conexiones	Brida SS: acero inoxidable AISI 304	
Tamaño de conexiones	DN125	
Dimensiones versión F	A	670 mm
	B	1736 mm
	C	2174 mm
	D	445 mm
	Dz	273 mm

Tabla 82: características del segundo intercambiador - Fuente: elaboración propia

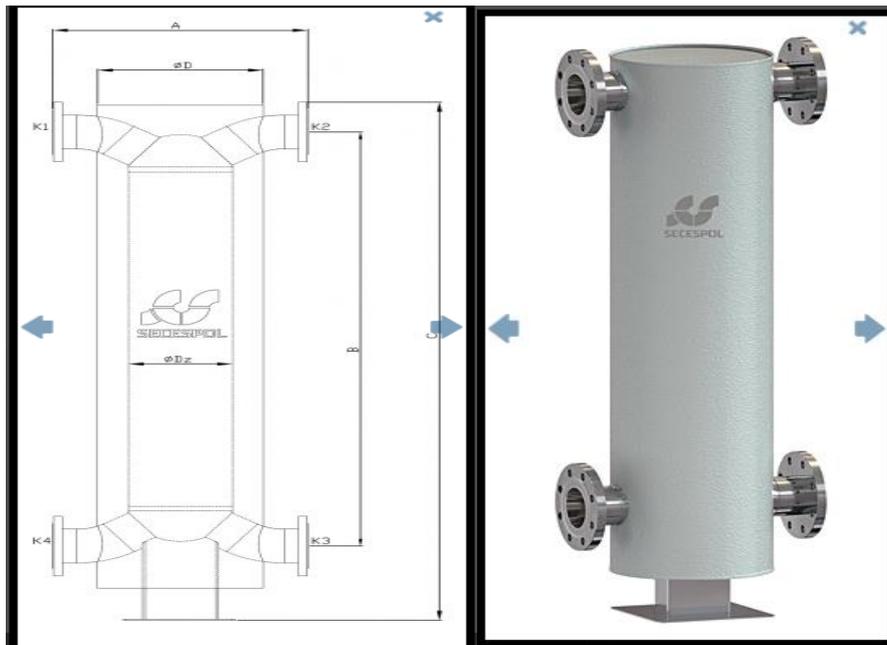


Figure 73: ilustración del intercambiador seleccionado – Fuente: sitio oficial “SECESPOL”

Tanque almacenamiento de etanol anhidro: la capacidad de almacenamiento de tanque será de 15 días, lo equivalente a 55,6 m³. Considerando el margen de seguridad de 10%. El volumen de diseño del almacenamiento de etanol es de 61,2 m³ para 15 días.

TANQUE BIOETANOL ANHIDRO	
Código	TK-Et
Marca	Gastaldi
Capacidad	62.000 litros
Diámetro	4 m
Altura	5 m
Material de construcción	Acero al carbono
Espesor de pared	5 mm
Válvula de muestreo	Si
Válvula de alivio	Si
Terminación	Pintura antióxido epoxi y esmalte sintético color blanco

Tabla 83: tanque de bioetanol anhidro seleccionado – Fuente: elaboración propia



Figure 74: tanque de bioetanol anhidro seleccionado – Fuente: sitio oficial "GASTALDI"

Tanque de almacenamiento de ácido fosfórico: este será almacenado en un depósito de "PRFV", poliéster reforzado con fibra de vidrio, cuyo volumen será el correspondiente a 30 días de operación, es decir:

m_{AF} : caudal másico semanal de ácido fosfórico = 0,42 tn/semana

ρ_{AF} : densidad del ácido fosfórico al 85% p//p a 25°C = 1680 kg/m³

v_{AF} : caudal volumétrico de ácido fosfórico por mes

$$V_{AF} = \frac{0,42 \text{ tn/semana} \cdot 1000 \text{ kg/tn} \cdot 30 \text{ días} \cdot 1 \text{ semana} / 7 \text{ días}}{1680 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_{AF} = 1,072 \text{ m}^3 = 1072 \text{ litros}$$

En base a este volumen se seleccionó un tanque de la marca “PlastoQuímica” tipo “DCC-G-01500”, cilíndrico vertical con techo y fondo cónico, con un volumen de 1550 litros.

Cuenta con una brida de carga, boca de inspección, respiradero, patas de fijación, brida de vaciado y placa de identificación.

A continuación, se especifican todas las características del tanque de almacenamiento de ácido fosfórico seleccionado:

TANQUE ALMACENAMIENTO H3PO4	
Código	TK-AcF
Marca	PlastoQuímica
Tipo	DCC-G-01500
Disposición	Cilíndrico vertical
Material construc.	PRFV
Volumen máx.	1550 litros
Dimensiones	Diámetro: 0,95 m
	Alto: 2,1 m
	Altura total: 2,4 m

Tabla 84: características del tanque de H3PO4 seleccionado – Fuente elaboración propia

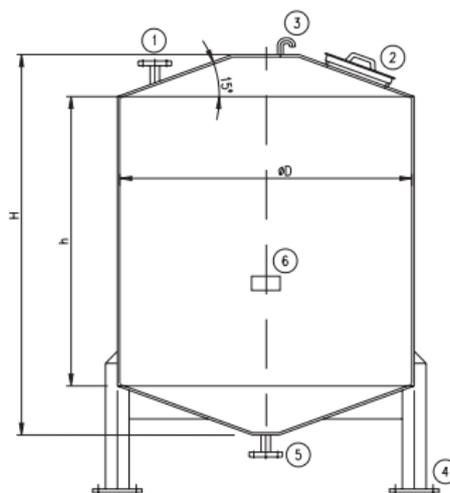


Figure 75: ilustración del tanque seleccionado - Fuente: sitio oficial "PlastoQuímica"

Almacenamiento de alfa-amilasa y glucoamilasa: la demanda semanal de alfa-amilasa y glucoamilasa es de 221 y 66 kg respectivamente, equivalente a un volumen de 176,8 y 58,66 litros semanales.

Su compra se realizará a la empresa “Novozymes” ubicada en Pilar – Bs As, la cual realiza la venta de estas enzimas en contenedores “Bin IBC” de 1000 litros cada uno, lo cual garantiza un abastecimiento de alfa-amilasa suficiente para 5 semanas y media de operación, y glucoamilasa suficiente para 17 semanas. En la planta, no se necesitarán tanques de almacenamiento específicos para estas enzimas, ya que se mantendrán en la zona de almacenamiento de materia prima en los mismos contenedores que son vendidas, los cuales tienen una boquilla de conexión en la sección inferior para su directa conexión a una bomba que los dosificará en las operaciones de licuefacción y sacarificación respectivamente.



Figure 76: contenedor de enzimas - Fuente: sitio oficial "Novozymes"

Almacenamiento de levadura: la levadura también es comprada a la empresa “Novozymes”, la cual la vende empaquetada al vacío en paquetes de 10 kg cada uno, en packs de 100 kg, cada uno, los cuales son enviados sobre pallets de madera reforzada. Su almacenamiento en la planta no requiere de mayores requisitos que ubicarla sobre los mismos pallets en la zona de almacenamiento de materia prima, a temperaturas que no superen los 27°C.

4.7.9 - TRATAMIENTO DE CO₂:

Como se ha explicado anteriormente, el proceso de producción a partir de sorgo mediante fermentación anaeróbica, además de la transformación de glucosa en etanol, simultáneamente, se produce dióxido de carbono gaseoso el cual es venteado y capturado para su posterior recuperación.

Este dióxido de carbono gaseoso generado, como se mencionó, no es liberado al ambiente, ya que es un gas de efecto invernadero, sino que se llevará a cabo un tratamiento y será vendido, aprovechando que es materia prima fundamental en la fabricación de bebidas carbonatadas.

El CO₂ generado se encuentra a 35°C y 1 atm de presión y para su venta, este debe licuarse. Mediante su diagrama de fases, puede verificarse que el gas en

estas condiciones se encuentra en estado gaseoso y, tras su tratamiento, se encontrará a -20°C y 19,5 atm de presión, condiciones en las cuales se encuentra en estado líquido.

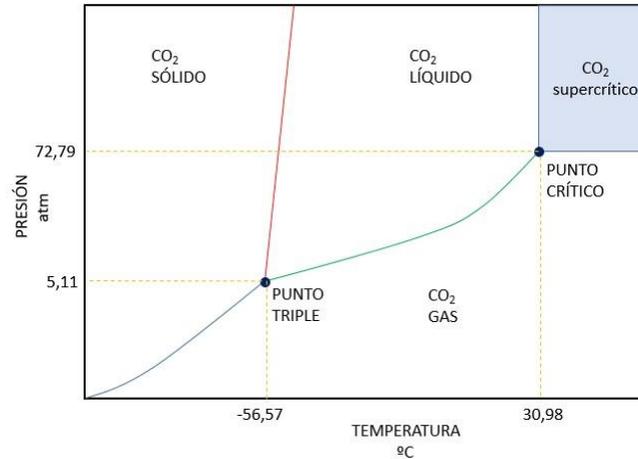


Figure 77: diagrama de fases del CO₂

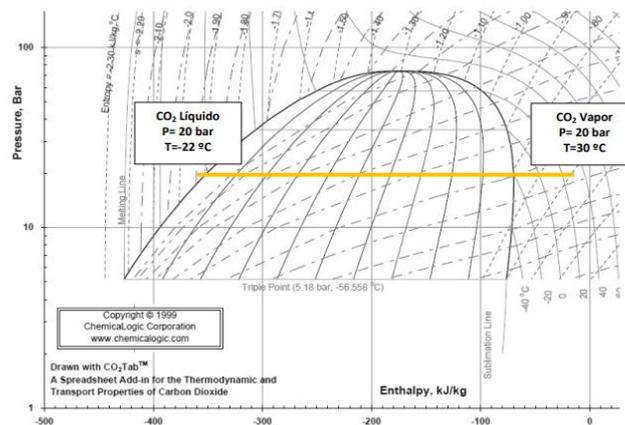


Figura 84. Diagrama de Mollier CO₂.
Figure 78: diagrama de Mollier del CO₂

El tratamiento del mismo consiste en realizar una purificación del gas, ya que no se encuentra puro, sino que se encuentra en fase gaseosa con trazas de bioetanol, el cual tiene que ser separado. Esto se logra mediante un lavado del gas, en una torre de lavado usando como líquido absorbente agua a 25°C . Una vez limpio, se le dota de mayor presión al gas, hasta 20 atm, mediante un compresor, pero producto de dicha compresión, se produce un aumento significativo de temperatura, por lo cual se debe enfriar paralelamente dicho gas a medida que es comprimido, para mantener su temperatura en 35°C . Una vez comprimido, se elimina el agua presente por medio de su retención en un lecho de deshidratación, posteriormente se enfría a una temperatura tal que se encuentre en estado líquido para poder ser almacenado y transportado hasta su destino final. Para ello, se requiere de un proceso de refrigeración, cuyo objetivo es disminuir la temperatura del CO₂ desde los 35°C hasta -22°C , temperatura a la que se encuentra en estado líquido para su posterior almacenamiento.

Teniendo en cuenta que semanalmente se generan 22 toneladas de CO₂ gaseoso, equivalente a 130,95 kg por hora, se diseñan los equipos en función a este caudal a tratar.

Torre de lavado: la torre se diseñó mediante el software UniSim Design R390.1, seleccionando como paquete de fluido termodinámico el NRTL para la separación de la mezcla gaseosa, partiendo de la composición y condiciones de salida de cada reactor de fermentación.

El diseño se realizó teniendo en cuenta que se dará una absorción sin reacción química entre las dos corrientes, usando como líquido absorbente agua a 25°C. La torre contará con platos perforados en cada etapa, al igual que los diseñados en las torres de destilación en el apartado de ingeniería, con el fin de aumentar el contacto entre la mezcla gaseosa que asciende y el líquido absorbente que desciende.

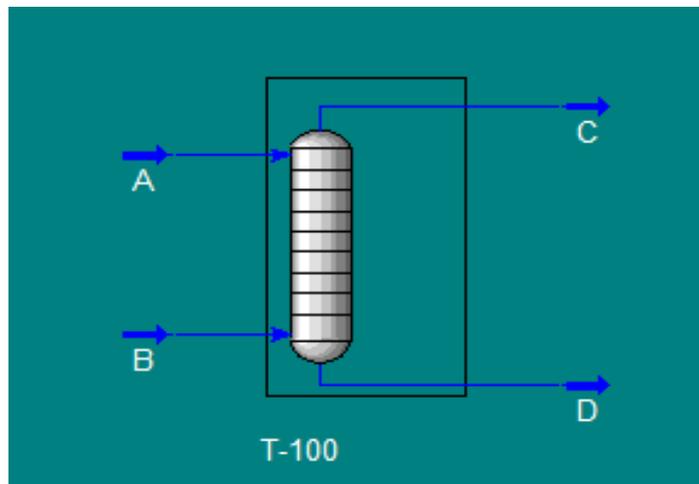


Figure 79: representación de las corrientes de la torre de lavado

A: corriente líquida de agua usada como líquido absorbedor para retirar la fracción de etanol de la corriente gaseosa.

B: mezcla gaseosa constituida mayoritariamente por dióxido de carbono y trazas de etanol.

C: corriente gaseosa de dióxido de carbono purificado, libre de etanol.

D: corriente líquida constituida mayoritariamente por agua y por el etanol.

PARÁMETRO	CORRIENTES			
	A	B	C	D
Caudal másico	43,15 kg/h	130,95 kg/h	129,94 kg/h	44,16 kg/h
Fracción de vapor	0	1	1	0
Composición molar	H ₂ O: 1	H ₂ O: 0	H ₂ O: 0,0137	H ₂ O: 0,9365
	C ₂ H ₅ OH: 0	C ₂ H ₅ OH: 0,0209	C ₂ H ₅ OH: 0	C ₂ H ₅ OH: 0,06189
	CO ₂ : 0	CO ₂ : 0,9791	CO ₂ : 0,9863	CO ₂ : 0,0016
Temperatura	25°C	35°C	25,78°C	21,19°C
Presión	1 atm			

Tabla 85: corrientes de la torre de lavado - Fuente: elaboración propia

A continuación, se plasman las especificaciones de la torre diseñada para purificar el dióxido de carbono:

COLUMNA DE LAVADO	
Código	CL-1
Material de construcción	Acero inoxidable,
Componentes principales	Agua, etanol y
Presión de operación	1 atm
Temperatura máxima	35°C
Etapas	6
Espacio entre platos	0,55 m
Etapas extracción por cabeza	1
Etapas extracción por fondo	6
Composición salida fondo	Etanol: 2,733 kg/h
	Agua: 41,35 kg/h
	CO ₂ : 0,07 kg/h
Composición salida cabeza	Etanol: 0 kg/h
	Agua: 1,78 kg/h
	CO ₂ : 128,16 kg/h
Diámetro de columna	1,5 m
Espesor de pared	2 mm
Altura de columna	3,85 m

Tabla 86: características de la torre de lavado - Fuente: elaboración propia

Tanque de almacenamiento de agua para lavado: se requiere un caudal de 43,15 Kg/h a 25°C, por lo que se selecciona un tanque con volumen suficiente para almacenar un volumen de agua necesario para 7 días de operación, equivalente a 7,25m³.

En base a esto se selecciona un tanque vertical marca "ROTOR" de polietileno con protección UV de 10 m³.



Figure 80: ilustración del tanque seleccionado - Fuente: sitio oficial "ROTOR"

TANQUE AGUA LAVADO	
Código	TK-8
Tipo	Vertical
Material	Polietileno
Volumen	10 m ³
Dimensiones	Diámetro: 2,25 m
	Alto: 2,85 m
Peso	220 Kg
Diámetro de conexión	Entrada superior: 2"
	Salida inferior: 2"

Tabla 87: características del tanque seleccionado - Fuente: sitio oficial "ROTOR"

Compresor: la selección del equipo se realizó en función del caudal del gas a tratar y la presión que se requiere brindarle.

Teniendo en cuenta que tras la etapa de purificación en la torre se desprende una corriente gaseosa purificada de 129,94 kg/h y que se desea dotar de 20 atm a dicha corriente, se seleccionó un compresor de la empresa "Atlas Copco", tipo "CO₂-booster", modelo "22-195-60", especialmente diseñado para comprimir dióxido de carbono. Este puede tratar un flujo máximo de hasta 135 kg/h, con una presión mínima de entrada de 0,01 atm y salida de 20 atm, con una frecuencia de 60 Hz y una potencia consumida de 22 KW.

COMPRESOR CO ₂	
Código	CM-2
Marca	Atlas Copco
Tipo	CO ₂ -booster
Accionamiento	Motor eléctrico
Lubricación	Sin aceite
Uso previsto	Industrial
Sistema de refrigeración	Incorporado
Presión de operación	Mínima: 0,01 atm
	Máxima: 20 atm
Caudal máximo	135 kg/h
Potencia	22 kW

Tabla 88: características del compresor seleccionado - Fuente. elaboración propia



Figure 81: ilustración del compresor seleccionado – Fuente: sitio oficial “Atlas Copco”

Lecho deshidratador: la corriente gaseosa comprimida contiene un porcentaje mayoritario de dióxido de carbono y un porcentaje mínimo de agua, que, aunque es despreciable en comparación con el dióxido, debe ser retirado de la corriente. Por ende, se hace pasar por un lecho relleno con material secante en su interior. El lecho es de gel de sílice, el cual retiene el agua de la corriente gaseosa. Este puede absorber hasta un 40% de su propio peso en agua y, una vez saturado, se regenera mediante la circulación de aire caliente a 140°C.

Se utilizarán partículas de silicio cuyo diámetro es de 3 mm, se asume una porosidad de 0,45, una caída de presión en el lecho de 0,5 atm y una velocidad de flujo de 0,3 m/s. Entonces:

Q : caudal másico de la corriente gaseosa = 129,94 kg/h

d : densidad de la corriente = 1,975 Kg/m³

v : velocidad de flujo = 0,05 m/s

$$Q = v \cdot D^2 / 4$$

$$D = 129,95 \text{ kg/h} \cdot 4 \cdot 1 \text{ h}/3600 \text{ s} \cdot 0,3 \text{ m/s} \cdot 1,976 \text{ kg/m}^3 \cdot$$

$$D = 0,3 \text{ m}$$

Conocido el diámetro se utiliza la ecuación de Ergum para determinar la longitud del lecho:

$$\Delta p_l = \frac{150 \cdot \mu \cdot L \cdot (1 - \epsilon)^2}{D_p^2 \cdot \epsilon^3} v_s + \frac{1,75 \cdot L \cdot \rho \cdot (1 - \epsilon)}{D_p \cdot \epsilon^3} v_s^2$$

Δp = es la pérdida de carga originada por el lecho = 0,5 atm = 506625 Pa

μ = viscosidad de la corriente gaseosa = $0,07 \cdot 10^{-3}$ Pa.s

ρ = densidad del lecho = 721 kg/m^3

$\epsilon = 0,45$

$D_p = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$

$v_s = 0,3 \text{ m/s}$

Sustituyendo, se determina que la longitud del lecho es de 2,21 metros. Conocidos tanto el diámetro, como la longitud del lecho, se determina su volumen y la masa de gel de sílice necesaria.

$$V = L \cdot D^2 / 4$$

$$V = 2,21 \text{ m} \cdot (0,3 \text{ m})^2 / 4$$

$$V = 0,156 \text{ m}^3$$

Sabiendo que:

Masa de sílice = volumen $\cdot \rho$ sílice

Masa de sílice = $0,156 \text{ m}^3 \cdot 721 \text{ Kg/m}^3$

Masa de sílice = 112,5 kg

Sabiendo que cada partícula de sílice absorbe hasta el 40% de su peso en agua, el agua absorbida será:

H₂O retenida = masa de sílice $\cdot 0,4$

H₂O retenida = $112,5 \text{ kg} \cdot 0,4$

H₂O retenida = 45 kg

Como en la corriente gaseosa circulan 1,78 kg/h de agua, y el lecho puede retener hasta 45 kg de agua antes de saturarse, este operará 25 horas antes de saturarse.

$$\text{Tiempo de saturación} = \text{H}_2\text{O adsorbida} / \text{H}_2\text{O en cte gaseosa}$$

$$\text{Tiempo de saturación} = 45 \text{ kg} / 1,78 \text{ Kg/h}$$

$$\text{Tiempo de saturación} = 25 \text{ horas}$$

Por esta razón se opta por implementar dos lechos, cada uno operando de manera alternada durante 24 horas, de este modo, mientras uno se encuentra en operación, el otro está eliminando el agua que retuvo.

A continuación, se plasman las especificaciones de ambos lechos:

LECHOS DE SILICE	
Código	LS-1 , LS-2
Comp. principales	Agua y CO ₂
Dimensiones	Altura: 2,21 m
	Diámetro: 0,3 m
Relleno en cada lecho	Material: Gel de sílice
	Masa de gel: 12,5 kg
	Diámetro de partícula: 3 mm
	Capacidad adsorción: 40% p/p
Condición alimentación	20 atm y 35 °C
Composición alimentación	129,94 kg/h
	CO ₂ = 0,9863 % p/p
	Agua = 0,0137 % p/p
Condición salida	19,5 atm y 35 °C
Composición de salida	128,16 kg/h
	CO ₂ = 1 % p/p
	Agua = 0 % p/p
Material de construcción	Acero inoxidable, AISI 304L
Espesor de pared	3 mm

Figure 82: características del lecho de sílice - Fuente: elaboración propia

Licuefactor: Se seleccionó un condensador de la compañía "R&D", modelo "GZM" como equipo de intercambio de calor, el cual utiliza amoníaco como fluido refrigerante, para enfriar la corriente gaseosa de CO₂ desde los 35°C, hasta condensarla y reducir su temperatura hasta los -22°C.

Su carcasa y estructura principal está hecha de alta resistencia a la corrosión, de acero inoxidable AISI 304 con alta resistencia a la corrosión, resistente al óxido y bobinas de intercambio de calor también de acero, debido a la incompatibilidad que existe entre el amoníaco y el cobre.

LICUEFACTOR	
Código	IQ-L
Estructura	Hermética
Material constructivo	Estructura: Acero inoxidable AISI304
	Tubos: Acero inoxidable AISI304
Tubos	Número: 4
	Pasos: 2
	Longitud: 1 m
	Diámetro: 1/8"
Fluido refrigerante	NH ₃
	-30°C y 1 atm
CO ₂ alimentado	128,16 Kg/h
	Composición: 100% p/p CO ₂
	35°C y 19,5 atm
CO ₂ condensado	128,16 Kg/h
	Composición: 100% p/p CO ₂
	-22°C y 19,5 atm

Tabla 89: características del Licuefactor - Fuente: elaboración propia

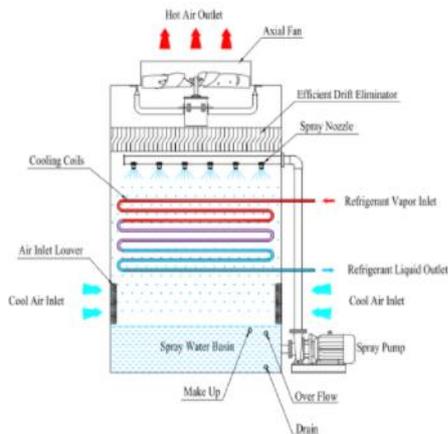


Figure 83: ilustración del Licuefactor seleccionado - Fuente: sitio oficial "R&D"

La selección de amoníaco como refrigerante se debe a:

- Es un refrigerante natural.
- Su rendimiento es superior al de los refrigerantes sintéticos, como el "R134a" o el propano.

- Posee un índice cero de “ODP” y “GWP”. Esto, unido a su eficiencia, lo convierte en uno de los refrigerantes más respetuosos con el medioambiente.
- El amoníaco tiene una capacidad volumétrica alta, por lo que las tuberías de amoníaco son de menor tamaño que las de los refrigerantes HFC.
- El amoníaco es compatible con todos los materiales comunes, excepto el cobre y el latón.
- El amoníaco es un refrigerante barato y disponible en abundancia.

Para conseguir la disminución de temperatura requerida del dióxido de carbono, se emplea amoníaco, el cual se somete al circuito de refrigeración. Dicho circuito no será detallado, ya que escapa al objetivo del proyecto, pero se lo mencionará brevemente a continuación:

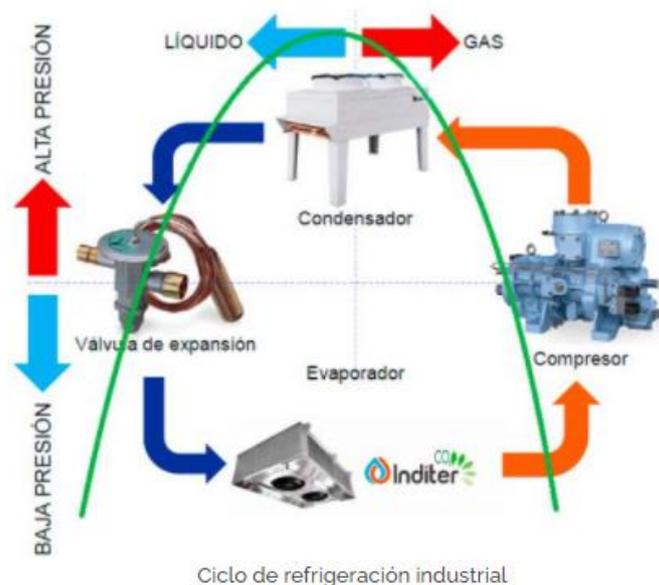


Figure 84: ilustración del circuito de refrigeración - Fuente: sitio oficial "R&D"

Como se muestra en la figura, el proceso comienza con la compresión del refrigerante mediante un compresor, tras ello, el gas comprimido se hace pasar a través de un condensador en el que el gas de refrigeración licua. Tras esto, el gas de refrigeración licuado atraviesa una válvula de expansión, momento en el que la presión de la línea disminuye y el gas licuado comienza a expandirse para volver a su estado gaseoso original. Esta última fase tiene lugar en el condensador, dando lugar a la expansión a bajas temperaturas, y por consiguiente, a la transferencia del frío producido en la expansión al medio que se requiere refrigerar, en este caso, la corriente de CO₂ gaseoso.

Tanque criogénico de CO₂:

Se almacena el dióxido de carbono licuado en tanques criogénicos, teniendo en cuenta que el dióxido se encuentra a 19,5 atm y -22°C. Los tanques se seleccionan de tal manera que se podrá almacenar lo generado durante 7 días de operación, sabiendo que:

m_{CO_2} : caudal másico del dióxido de carbono generado = 128,16 kg/h

ρ_{CO_2} : densidad del dióxido de carbono a 19,5 atm y -22°C: 816 kg/m³

v_{CO_2} : caudal volumétrico del dióxido de carbono generado

t_{OP} : 15 días

V = volumen de almacenamiento requerido

$$V = m_{CO_2} \cdot t_{OP} / \rho_{CO_2}$$

$$V = 128,16 \text{ kg/h} \cdot 24 \text{ horas/día} \cdot 7 \text{ días} / 816 \text{ kg/m}^3$$

$$V = 18,8 \text{ m}^3$$

Como se requieren 37,7 m³ se seleccionan dos tanques criogénicos de 20 m³ cada uno, marca "Chengde" con las siguientes características:

TANQUES CRIOGENICOS	
Código	TC-1
Dimensiones	Diámetro: 2,5 m
	Altura total: 8,76 m
Material	Acero inoxidable AISI 304
Peso	12170 Kg
Presión máxima de:	Diseño: 2,27 MPa
	2,16 MPa
Temperatura mínima	Diseño: 196 °C

Tabla 90: características del tanque seleccionado – Fuente: elaboración propia

4.7.10 - REQUERIMIENTO DE FUERZA ELECTROMOTRIZ:

4.7.10.1 - DETERMINACIÓN DE LA FUERZA MOTRIZ NECESARIA:

A continuación, se determina la fuerza electromotriz requerida por cada equipo y el requerimiento total, teniendo en cuenta la potencia consumida por cada equipo:

REQUERIMIENTO DE FUERZA ELECTROMOTRIZ DE EQUIPOS						
CODIGO	EQUIPOS	POTENCIA (kW)	TIEMPO (h/semana)	TIEMPO (h/año)	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh/año)	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh/mes)
M1	Molino	111	8	384	42.624	3.552
TM1	Tanque mezcla 1	41	12	576	23.616	1.968
TM2	Tanque mezcla 2	41	12	576	23.616	1.968
TF1	Tanque Fermentación 1	23	155	7.440	173.426	14.452
TF2	Tanque Fermentación 2	23	155	7.440	173.426	14.452
TF3	Tanque Fermentación 3	23	155	7.440	173.426	14.452
CF1	Centrífuga	37	9	432	15.984	1.332
ST1	Secadero Rotatorio	2	9	432	950	79
TCH-1	T. de Cadenas Horizontal	3	-	16	48	4
TCH-2	T. de Cadenas Horizontal	11	-	16	176	15
TCH-3	T. de Cadenas Horizontal	2	1	48	106	9
TCH-4	T. de Cadenas Horizontal	2	1	48	106	9
TCH-5	T. de Cadenas Horizontal	2	1	48	106	9
TCH-6	T. de Cadenas Horizontal	4	1	48	192	16
TCH-7	T. de Cadenas Horizontal	2	1	48	106	9
TCH-8	T. de Cadenas Horizontal	2	1	48	96	8
TCH-9	T. de Cadenas Horizontal	2	1	48	106	9
ECV-1	Elevador de Cadenas Vertical	2	1	48	72	6
ECV-2	Elevador de Cadenas Vertical	2	1	48	72	6
ECG-1	Elevador de Cangilones	8	-	16	120	10
B1	Bomba Centrífuga	1	1	48	64	5
B2	Bomba Centrífuga	0,4	1	48	17	1
B3	Bomba Centrífuga	1	1	48	57	5
B4	Bomba Centrífuga	2	168	8.064	16.273	1.356
B5	Bomba Centrífuga	0,4	168	8.064	2.887	241
B6	Bomba Centrífuga	0,1	168	8.064	911	76
CM-1	Compresor	93	168	8.064	749.952	62.496
TOTAL					1.398.535	116.545

Tabla 91: requerimiento de FEM

4.7.10.2 - ILUMINACIÓN, CÁLCULO DE ILUMINACIÓN E INSTALACIONES NECESARIAS:

El cálculo de iluminación se basa en el decreto 351/79 de la ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el trabajo, el cual determina, en el ANEXO IV, los requisitos mínimos por sector y actividad. En este caso, se usan las relaciones indicadas en la tabla 3, para actividades específicas realizadas en plantas de procesamiento químico, y la tabla 1, para actividades generales transversales a toda industria.

SECTOR	ILUMINACIÓN REQUERIDA (lux)	LUMINARIA SELECCIONADA	POTENCIA (W)
Caseta de seguridad	300	FLAT	36
Estacionamiento del personal	100	AERO	120
Oficinas adm.	500	ASTRO	40
Comedor	100	FLAT	36
Baños adm.	100	ASTRO	40
Área de espera de camiones + báscula	100	AERO	120
Zona de maniobra de camiones	100	AERO	120
Área de recepción de granos	100	MEGA	200
Área de almacenamiento de granos	100	MEGA	200
Área de producción	500	VENUS	200
		MEGA	200
Sector de tratamiento de WDGS	500	VENUS	200
Sector de tratamiento de CO ₂	500	VENUS	200
Baños producción	100	FLAT	36
Edificio de almacenamiento de insumos	100	FLAT	36
Generación vapor y tratamiento agua	100	FLAT	36
Almacenamiento de combustible	100	ASTRO	40
Edificio de laboratorios	500	ASTRO	40
Almacenamiento de productos y subproductos	100	ASTRO	40
Calle de circulación	100	AERO	120

Tabla 92: luminaria seleccionada

A continuación, se especifican las luminarias seleccionadas para cada área con sus características, fabricadas por la empresa “Lumenac Iluminaciones”.

MODELO SELECCIONADO	FLUJO LUMINOSO (lm)	POTENCIA (W)
AERO	12.000	120
ASTRO	6.000	40
FLAT	2.880	36
MEGA	57.500	500
VENUS	26.000	200

Tabla 93: especificaciones de luminaria seleccionada

Para el cálculo de iluminación se utiliza la expresión correspondiente al método de cálculo de lúmenes, para determinar el flujo luminoso total de cada área, y con él, determinar el número de luminarias necesarias, sabiendo que:

$$\Phi_t: \text{flujo luminoso total} = E \cdot S_{fu} \cdot f_m$$

E : iluminancia media deseada

S : superficie del plano de trabajo

f_u : factor de utilización

f_m : factor de mantenimiento

N : número de luminarias = Φ_t / Φ_l

Φ_l : flujo luminoso de la luminaria seleccionada

ÁREA	SECTOR	TIPO	DIMENSIONES		ILUMINACIÓN REQUERIDA (lux)	ÍNDICE DEL LOCAL "r"	FACTOR DE MANT. "fm"	FACTOR DE UTILIZ. "fu"	FLUJO LUM. REQ. "Φr" (lm)
			ÁREA	ALTURA					
Producción	Bioetanol	Cubierto 1	630,00	8	500	1,57	0,60	0,36	1.458.333
		Descubierto	175,00	8	500	0,83	0,80	0,31	352.823
	Cubierto 2	222,90	5	500	1,49	0,80	0,31	449.395	
	Baño	11,00	3	100	0,55	0,80	0,36	3.819	
	WDGS	111,50	5	500	1,06	0,60	0,39	238.248	
Tratamiento	CO ₂	Cubierto	127,50	5	500	1,13	0,80	0,39	204.327
	H2O	Cubierto	49,70	3	500	1,10	0,80	0,39	79.647
	Insusmos	Cubierto	127,50	3	100	1,88	0,80	0,36	44.271
Almacenamiento	Vapor	Cubierto	62,00	5	100	0,79	0,80	0,41	18.902
Control calidad	Laboratorio	Cubierto	89,00	5	500	1,10	0,80	0,41	135.671
Administración	Oficinas	Cubierto	157,30	3,5	500	1,79	0,80	0,31	317.137
		Caseta seguridad	6,48	3	300	0,42	0,80	0,17	14.294
	Comedor	113,40	3,5	100	1,52	0,80	0,36	39.375	
	Estacionamiento	676,60	3,5	100	3,72	0,60	0,41	275.041	
	Calle circulación	828,00	3,5	100	4,11	0,60	0,45	306.667	
Exterior	Espera camiones	Descubierto	2.000,00	4	100	5,59	0,60	0,41	813.008
	Recep. grano	Cubierto	220,00	7	100	1,06	0,60	0,25	146.667
	Ahn. grano	Descubierto	240,00	5	100	1,55	0,60	0,36	111.111

Tabla 94: determinación de luminarias seleccionadas

A continuación, se detalla el número de lámparas requeridas por sector y la energía consumida por las mismas:

ÁREA	SECTOR	TIPO	FLUJO LUMINOSO REQUERIDO "Φ" (lm)	FLUJO LUMINOSO DE UNIDAD LUMINARIA SELECCIONADA "Φ" (lm)	POTENCIA DE UNIDAD LUMINARIA SELECCIONADA (W)	TIEMPO DE USO (h/día)	N° Lámparas	ENERGÍA (KWh/d)
Producción	Bioetanol	Cubierto 1	1.685.741	26.000	200	16	65	207
		Descubierto	1.187.097	57.500	200	12	21	50
	Baño	Cubierto 2	1.187.097	26.000	200	16	46	146
		Cubierto	38.889	2.880	200	8	14	22
Tratamiento	WDGS	Cubierto	410.256	26.000	200	8	16	25
	CO ₂	Cubierto	307.692	26.000	36	8	12	3
		Descubierto	24.510	57.500	200	8	0	1
	Insumos	Cubierto	59.549	2.880	36	6	21	4
	Productos	Descubierto	89.286	4.000	40	8	22	7
Almacenamiento	Combustible	Descubierto	83.333	4.000	40	8	21	7
	Vapor	Cubierto	137.195	2.880	36	8	48	14
Administración	Oficinas	Cubierto	302.419	4.000	40	8	76	24
	Caseta seguridad	Cubierto	25.500	2.880	36	12	9	4
	Baño	Cubierto	52.083	4.000	40	8	13	4
	Comedor	Cubierto	52.083	2.880	36	8	18	5
	Estacionamiento	Descubierto	162.602	12.000	120	12	14	20
	Calle circulación	Descubierto	631.111	12.000	120	12	53	22
Exterior	Manidbra camiones	Descubierto	312.500	12.000	120	12	26	38
		Descubierto	154.472	12.000	120	12	13	19
	Espera camiones + bascula	Cubierto	133.333	26.000	200	8	5	8
		Descubierto	107.527	57.500	200	8	2	3
Alm. grano	Descubierto	185.185	57.500	200	4	3	3	
TOTAL AÑO							3	53.288

Tabla 95: número de lámparas y energía consumida

4.8 - DEFINICIÓN DE OBRAS CIVILES Y ACCESORIOS:

4.8.1 TERRENO, MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS DEL MISMO:

El terreno en el cual se instalará la planta se ubica en el parque industrial Puerto Tirol. Contará con una superficie de 130 por 90 metros de lado, es decir, de 11.700 m², delimitado completamente por un cerco perimetral, iluminado, con un mismo acceso de ingreso y salida.

4.8.2 - EDIFICIOS Y OTRAS OBRAS CIVILES:

Como se observa en el plano 1 presentado en el Anexo el terreno cuenta con cinco edificios. El primero, ubicado en el centro del plano, es donde se encuentra la parte funcional de la planta, es decir, la zona de producción de bioetanol, tratamiento de CO₂, tratamiento de WDGS, tratamiento de H₂O, generación de Vapor, zona de almacenamiento de insumos y los baños. El segundo ubicado en la esquina derecha superior es la zona de recepción de granos. Luego, en la parte inferior se encuentran de izquierda a derecha tres edificios. El laboratorio, las oficinas administrativas y el comedor.

Al aire libre se encuentran distintas zonas: en la zona inferior derecha del plano se observa el acceso vehicular y la caseta de seguridad. Siguiendo la orientación de ingreso, a la izquierda se ubica el estacionamiento del personal con capacidad para 24 vehículos. Del lado derecho se encuentra la zona de maniobra y pesaje de los camiones.

Entre el edificio principal y la zona de recepción de granos se ubican los silos de almacenamiento. Fuera de la zona de tratamiento de CO₂ se encuentran los tanques criogénicos de almacenamiento de este subproducto.

Al lado de la zona de tratamiento de DWGS se observan dos tanques que contienen el agua necesaria para combatir en caso de incendios. Seguido de estos se encuentra la zona abierta de la producción, donde se observa el sistema de separación de etanol (torres de destilación, condensadores y reboilers) y el sistema de enfriamiento de agua (la torre de enfriamiento y el tanque de almacenamiento de agua de enfriamiento).

En el final del carril de circulación se observa el tanque de almacenamiento de Bioetanol afuera de la zona de producción. Seguido se encuentran los tanques de almacenamiento de agua sin tratar y de agua tratada. Al costado de la zona de generación de vapor se encuentra el tanque de combustible diario y en la esquina superior izquierda del plano el tanque de almacenamiento de combustible mensual.

A modo de resumen este terreno es ocupado por las siguientes áreas fundamentales que se mencionan a continuación:

- Caseta de seguridad
- Estacionamiento del personal
- Edificio de oficinas administrativas

- Comedor para el personal
- Área de espera de camiones
- Área de recepción de granos
- Área de almacenamiento de granos
- Área de almacenamiento de insumos
- Área de producción de bioetanol anhidro
- Área tratamiento de agua para caldera
- Área de generación de vapor
- Área de tratamiento de WDGS
- Área de tratamiento de CO₂
- Área de laboratorios

A continuación, se detalla la superficie requerida de cada una de ellas:

EDIFICIOS Y OBRAS CIVILES			
SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES	ÁREA REQUERIDA
Caseta de seguridad	Cubierta	2,7 m x 2,4 m	6,48 m ²
Estacionamiento del personal	Descubierto	57 m x 11,7 m	676,6 m ²
Edificio de oficinas administrativas	Cubierta	10,35 m x 15,2 m	157,3 m ²
Comedor	Cubierto	11,45 m x 10,85 m	113,4 m ²
Área de espera de camiones + maniobra + pesaje	Descubierta	42 m x 47,6 m	2.000 m ²
Área de recepción de granos	Cubierta	20 m x 11 m	220 m ²
Área de almacenamiento de granos	Descubierta	30 m x 8 m	240 m ²
Área de producción bioetanol	Cubierta 1	42 m x 15 m	630 m ²
	Descubierta	25 m x 7 m	175 m ²
	Cubierta 2	10 m x 22,29 m	222,9 m ²
Sector de tratamiento de WDGS	Cubierto	12,4 m x 9 m	111,15 m ²
Sector de tratamiento de CO ₂	Cubierto	9 m x 14,15 m	127,5 m ²
Baños producción	Cubierto	4,7 m x 3 m	14,1 m ²
Edificio de almacenamiento de insumos	Cubierto	9 m x 14,15 m	127,5 m ²
Tratamiento agua para generación de vapor	Cubierta	9,75 m x 5 m	49,7 m ²
Generación vapor	Cubierto	10 m x 6,2 m	62 m ²
Edificio de laboratorios	Cubierto	9,85 m x 9 m	89 m ²

Tabla 96: áreas y superficie requerida

4.8.3 - CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CADA ÁREA:

Caseta de seguridad: ubicada a la entrada del acceso vehicular de la planta. Tiene una superficie de 6,48 m² cubiertos con una longitud de 2,7 por 2,4 m de lado y una altura de 3 m. La caseta está diseñada para albergar a una persona que verifique y lleve registro del ingreso de personal y terceros a la planta.

Desde el punto de vista constructivo, la caseta cuenta con paredes laterales de mampostería construidas con ladrillo hueco de 20 cm x 40 cm, con terminaciones en revoque liso y pintadas con pintura látex color gris. Además, cuenta con una puerta de acceso y una ventanilla lateral que permite el control visual del acceso. El piso es de cemento alisado pintado con pintura epoxi gris y techo recubierto con cielorraso.

Área de recepción y descarga de granos: el área de recepción es un sector descubierto en el cual los camiones maniobran y esperan para ser pesados y descargados, con una superficie de 2000 m², mientras que el área cubierta es la correspondiente a la de descarga de granos.

Esta zona de descarga corresponde a un galpón de 7 metros de altura, lo cual permite el acceso de los camiones evitando de este modo el posible humedecimiento del grano en caso de darse la descarga bajo condiciones de lluvia. En su interior posee una fosa de recepción de 10 por 10 metros, en donde los camiones depositan el grano. Esta área cubierta consiste en una estructura metálica, con vigas estructurales de hierro reforzado, con laterales enchapados de acero inoxidable, al igual que su techo, el cual cuenta con una disposición a 2 aguas. Dicha área cubierta es de 220 m².



Figura 85: ilustración del galpón de recepción de grano

Edificio administrativo: tiene un área total de 157,3 m², con 10,35 m por 15,2 m de lado y una altura de 3,5 m.

Cuenta con un único acceso de ingreso a la recepción y sala de espera. Adyacente a la recepción se ubican una sala de oficinas administrativas, una sala de reuniones y una oficina gerencial. También cuenta con baños para el personal y una cocina.

Las paredes son de mampostería con ladrillo hueco, con terminaciones en revoque liso y pintadas con látex color gris, tanto del lado exterior como interior.

El techo posee cubierta a dos aguas y del lado interior es de tipo cielorraso, con pisos recubiertos con azulejos de cerámica.

Laboratorio: el mismo es de 9 m por 9,85 m, de 3,5 m de altura. Cuenta con mesadas de trabajo, una habitación de almacenamiento de insumos y baños para el uso del personal.

Desde el punto de vista constructivo, es idéntico al edificio administrativo, es decir, techo con cubierta a dos aguas y del lado interior será de tipo cielorraso, con pisos recubiertos con azulejos de cerámica y paredes de mampostería con ladrillo hueco, con terminaciones en revoque liso del lado exterior. Del lado interior, las paredes, son revestidas con azulejos blancos que facilitan su limpieza y mantenimiento.

Área productiva: está conformada por tres sectores, dos cubiertos donde se ubican la mayoría de los equipos utilizados durante la producción del bioetanol, y una zona descubierta, en la cual se ubicarán las dos torres de destilación, con sus correspondientes condensadores y rehervidores, las cuales por su gran altura no pueden ser ubicadas dentro de la zona cubierta. Las zonas cubiertas son edificaciones cerradas, con las dimensiones ya definidas anteriormente, y con una altura de 8 m para la zona de producción inicial, y de 5 m para la zona de producción final, las cuales se definieron en función de la altura de los equipos ubicados en cada una.

La estructura de cada una está formada por vigas y columnas rígidas de hierro armado y rellenos de hormigón los cuales transfieren sus fuerzas hacia las zapatas individuales del mismo material. Los muros tanto exteriores como interiores son de ladrillo, con un acabado liso, impermeable y fácil de limpiar. El techo es de enchapado metálico de tipo plano a dos aguas y el piso del área de producción es de concreto armado y alisado con pendiente adecuada hacia desagües a modo de evitar zonas de líquido estancado.

Los equipos ubicados en cada sector del área de producción y sus dimensiones se especifican a continuación:

ÁREA DE PRODUCCIÓN CUBIERTA				
Equipos	Código	Dimensiones		
		Ancho - Diámetro	Longitud	Altura
Molino	M1	1,665 m	2,13 m	1,61 m
Tanques de mezcla	TM1 - TM2 - TM3	2,33 m		4,88 m
Tanques de fermentación	TF1 - TF2 - TF3 -TF4	1,8 m		5,45 m
Centrífuga	CF1	1 m	3,22 m	1,2 m
Tanques pulmón	TP1 - TP2	2,8 m		3,5 m
Tamices moleculares	TM1 - TM2	0,2 m		1,25 m
Tanque de agua producción	TK1	3,05 m		4 m
Tanque agua limpieza	TK2	D: 2,25 m	-	2,85 m
Intercambiadores de calor	IQ1 - IQ2	0,67 m	2,17 m	0,67 m
Compresor	CM1	1,5 m	1,9 m	1,85 m
ÁREA DE PRODUCCIÓN DESCUBIERTA				
Columnas de destilación	CD1	0,55 m		10,48 m
	CD2			19,39 m
Condensadores	IQ-C1	2,475 m		0,825 m
	IQ-C2	2,475 m		0,8725 m
Rehervidores	IQ-R1	6 m		2 m
	IQ-R2	2,61 m		0,725 m

Tabla 97: características de los equipos ubicados en el área de producción

Tratamiento de agua y generación de vapor: son dos sectores adyacentes, uno en donde se ubicará la caldera y el otro, en el cual se dispondrán los equipos necesarios para el tratamiento de agua destinada a la caldera para la generación de calor.

La habitación en la cual se ubica la caldera es de 10 m por 6,2 m, mientras que la habitación adyacente mencionada es de 9,75 por 5 m. Ambas con una altura de 3,5 m.

Las paredes son de mampostería con ladrillo hueco, con terminaciones en revoque liso y pintadas con látex color gris, tanto del lado exterior como interior. El suelo es de cemento alisado y techo de chapa, sin terminación interna de cielorraso.

Área de tratamiento de CO₂ y WDGS: ambos sectores se encuentran adyacentes a la zona de producción y aledaños entre sí.

El sector de tratamiento de dióxido de carbono ocupa una superficie de 127,5 m y el sector de tratamiento de WDGS una superficie de 111,5 m, ambos sectores con una altura de 5 m.

Desde el punto de vista constructivo, ambas áreas cuentan con paredes de mampostería construidas con ladrillo hueco de 20 cm por 20 cm, con terminaciones en revoque liso y pintadas con pintura látex color gris del lado externo, mientras que del lado interno estarán recubiertos con azulejos. El techo es de tipo cielorraso y suelo de cemento alisado y pintado con epoxi color gris.

4.8.4 - OBRAS COMPLEMENTARIAS:

Cercos perimetral: el perímetro de la planta de 440 m es cerrado, mediante un cerco de tejido metálico de 2,5 m, con tres filas de alambre de púas en la parte

superior, con vigas de hormigón para dar apoyo estructural, cada 5 m de distancia.



Figura 86: ilustración del cerco perimetral

Estacionamiento del personal: se diseñó un estacionamiento para albergar los automóviles, de 11,87 m por 57 m de lado, descubierto y pavimentado, con dos carriles de circulación, adyacente al carril de circulación principal.

Comedor: adyacente al edificio administrativo, de 10,45 m por 10,85 m de lado, de 3,5 m de altura. Las paredes son de mampostería con ladrillo hueco, con terminaciones en revoque liso y pintadas con látex color gris, tanto del lado exterior como interior.

El techo cuenta con cubierta a dos aguas y del lado interior será de tipo cielorraso, con pisos recubiertos con azulejos de cerámica.

4.9 - SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD INTEGRADO:

4.9.1 - SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO:

Para aumentar la productividad y asegurar la misma, se implementa un sistema de gestión integrado (SGI). Este es el conjunto de actividades que, interrelacionadas y a través de acciones específicas, permiten definir e implementar los lineamientos generales y de operación de la Institución haciendo foco en la satisfacción del cliente, el cuidado del medio ambiente, la calidad del producto y la seguridad del personal.

Para lograr dicha implementación se utiliza un enfoque del tipo “ciclo de Deming”, el cual es el sistema más utilizado para implementar un plan de mejora continua, consiguiendo mejorar competitividad y calidad de procesos, reduciendo costes y fallos, optimizando la productividad y eliminando riesgos.

También es conocido como ciclo PHVA que son las siglas de sus cuatro pilares fundamentales:

- **Planificar:** es la fase más influyente, en la cual, mediante métodos como la realización de grupos de trabajo, encuestas entre los trabajadores y búsqueda de nuevas tecnologías se debe definir el problema o actividad que mejorar, los objetivos que alcanzar, los indicadores de control y los métodos y herramientas para llevarlo a cabo.
- **Hacer:** llevando a cabo lo determinado en el plan, verificando y aplicando las correcciones planificadas, introduciendo las modificaciones al plan inicial si el resultado de las correcciones no ha sido positivo, registrando lo desarrollado y los resultados obtenidos y, por último, formando al personal que deba aplicar las soluciones desarrolladas.
- **Verificar:** donde se comprueba si la mejora implantada ha alcanzado el objetivo mediante herramientas de control, por medio del control de las causas críticas como la calidad del producto o la forma de operar de máquinas y equipos.
- **Actuar:** es la última de las fases y en ella se debe ajustar el plan de mejora. Se normaliza la solución al problema y se establecen las condiciones para mantenerlo. Si se ha alcanzado el objetivo se implantará de forma definitiva, pero en caso contrario se examinará el desarrollo para descubrir errores y empezar un nuevo ciclo, de esta forma se cierra el ciclo y se realimenta volviendo a la primera fase.



Figure 87: ilustración de ciclo "Deming" - Fuente: blog oficial "StockLogistic"

Como se mencionó, este sistema se rige por el principio de la mejora continua, el cual abarca los objetivos, metas, ejecución del plan, medición del desempeño y la flexibilidad de realizar modificaciones pertinentes en pos de los resultados. Se debe tener en cuenta que la implementación de este sistema de gestión integral conlleva una gran inversión, sin embargo, la productividad aumenta considerablemente una vez que está asimilado su concepto dentro de la empresa.

Para implementar el sistema, la planta contará con certificaciones de organismos controladores y normas internacionales teniendo en cuenta los siguientes requerimientos:

- ISO 9001/2015 - Sistema de gestión de calidad de productos (SGC)
- ISO 14001/2015 - Sistema de gestión ambiental (SGA)
- ISO 45001/2018 - Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SGSST)
- Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)
- Procedimientos operativos estandarizados (POE)
- Manejo integral de plagas (MIP)

4.9.2 - CONTROL DE CALIDAD:

El control de calidad no solo se realizará sobre el producto final generado, es decir, sobre el bioetanol, sino que también se implementará un control de calidad

sobre la materia prima utilizada y sobre determinados productos intermedios durante el proceso productivo.

Materia prima: el aseguramiento de la calidad de la materia prima tiene en cuenta al agua de proceso y al grano de sorgo, desde su recepción, durante la cual se debe verificar la documentación pertinente de la empresa proveedora y del transportista, tal como identificación del lote, procedencia de los productos y la cantidad recibida.

- **Grano:**
 - Humedad del grano
 - Visual (color y búsqueda de presencia de plagas)
 - Peso específico
 - Análisis microbiológicos

- **Agua:**
 - pH
 - Conductividad
 - Sólidos totales
 - Análisis microbiológico

Proceso:

- **Tanque de mezcla:**
 - Temperatura
 - % azúcares

- **Fermentadores:**
 - Temperatura
 - % p/p etanol
 - pH

- **Centrífuga:**
 - % de sólidos

- **Sistema de separación:**
 - Humedad
 - % p/p etanol

Producto final: se realizarán las pruebas de calidad según las especificaciones del bioetanol, ley 26.093, artículo 8, mencionadas en el apartado de “descripción del producto a producir”.

- % p/p etanol
- Contenido de H₂O
- Apariencia visual
- **Bioetanol:**
 - Conductividad
 - Goma lavada
 - % p/p alcoholes superiores
 - Masa específica

4.9.3 - CAPACITACIÓN DEL PERSONAL:

El personal será entrenado en la aplicación de BPM, POES, MIP, toma de muestras al azar, seguridad, entre otras actividades. Deberán ser capaces de leer, redactar informes y tener la capacidad de diagnosticar para la implementación de la metodología del sistema. Además, estar comprometidos y ser responsables a la hora de aplicar las normas.

Para asegurar estas condiciones, se realizarán talleres anuales para verificar que las actividades y prácticas se llevan a cabo de manera adecuada.

CAPÍTULO 5: ORGANIZACIÓN

5 – ORGANIZACIÓN:

5.1 - TIPO DE EMPRESA:

La empresa, al igual que todas las empresas productoras de bioetanol registradas en la Secretaría de Energía de la Nación, será del tipo Sociedad Anónima (S.A.) ya que es la que mejor se ajusta al proyecto y está reglamentada dentro de la ley de “*Sociedades Comerciales 19.550*”.

En el capítulo V de dicha ley se establecen las características principales de este tipo de sociedad, dentro de las cuales se destacan:

- Una sociedad anónima se compone de dos órganos, una junta general y un órgano de administradores, ambos detallados posteriormente. Se reúne capital procedente de inversores, los cuales toman el carácter de socios.
- Estas aportaciones realizadas por los socios tienen carácter general dinerario, pero también pueden ser no dinerarias, como es el caso de un inmueble o un rodado.
- El capital mencionado anteriormente se representa por acciones que se reparten entre los socios inversores en función del capital aportado por cada uno.
- Los socios pueden vender libremente sus acciones y la sociedad puede cotizar en bolsa.
- La responsabilidad asumida por cada uno de los socios será proporcional al capital aportado por éstos, pero limitan su responsabilidad a la integración de las acciones suscritas, lo que pone a salvo su patrimonio personal en caso de quiebra.

5.2 - ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.

Junta general de accionistas: órgano de administración y fiscalización dentro de la sociedad anónima, donde se da voz a cada uno de los socios accionistas, se toman las decisiones clave sobre el funcionamiento de la sociedad y se realiza el nombramiento de cargos.

Junta administrativa: también conocida como gerencia general, formada por uno, dos o un consejo de administradores elegidos por la junta general, la cual actúa con personalidad jurídica en representación de la sociedad. Posee la responsabilidad máxima de la administración de la empresa y se encarga de la correcta conducción, toma de decisiones estratégicas y velar por el cumplimiento de la visión de la organización y rindiendo cuentas únicamente a la junta general de accionistas.

De manera paralela debe dirigir, administrar y controlar las acciones correspondientes al proceso operativo de la organización, estableciendo

técnicas, métodos, sistemas y procedimientos, asegurando el soporte operativo y administrativo de los productos y servicios comercializados, definiendo los controles que deben efectuarse para que las operaciones de los productos.

Área productiva:

- **Gerente:** encargado de coordinar a las distintas áreas productivas, controla la producción, los costos, el volumen y calidad y la ejecución del trabajo según la programación de producción, promueve el uso efectivo de equipos, recursos, instalaciones y materiales.
Posee una visión global de todo el proceso productivo, la necesidades y mantenimiento de maquinarias y equipos, los requisitos de calidad del producto, materias primas, costos y le responde al gerente general.
- **Jefe de mantenimiento:** responsable del correcto funcionamiento de equipos y los diferentes engranajes del proceso. Su tarea de mantenimiento se basa estrictamente en el control y, de existir alguna irregularidad, dar aviso al gerente general y comunicarse con un agente externo que se encargue de subsanar dicha irregularidad.
Supervisa y controla las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo y la conexión de maquinarias, instalaciones eléctricas, electrónicas, edificios y equipos de fabricación; supervisa la ejecución y cumplimiento del cronograma de mantenimiento preventivo para evitar perjudicar la operatoria normal de trabajo
- **Supervisor de mantenimiento:** responsable de la coordinación de los operarios, asegurar el cumplimiento de sus tareas y tener en cuenta sus necesidades. También realiza tareas técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo en máquinas y equipos mecánicos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos, electrónicos, identifica fallas, reemplaza y/o repara las piezas y componentes necesarios; ensambla y prueba máquinas y equipos para garantizar su eficacia. Tiene a cargo a los operarios de mantenimiento, quienes están bajo su supervisión directa. Posee conocimientos para resolver problemas simples en el área.
- **Operario de mantenimiento:** personal encargado de realizar servicios relacionados con las tareas de mantenimiento y limpieza. Responden al supervisor de mantenimiento.
- **Jefe de supply:** responsable de que todo el proceso productivo funcione de manera correcta. Coordinando las necesidades de las distintas etapas del proceso. Informando al gerente de cualquier eventualidad que se presente.
También supervisa las actividades de investigación, implementaciones técnicas del campo de la ingeniería mediante nuevas tecnologías y

reingeniería de métodos y procesos de producción tendientes a optimizar y aumentar la eficiencia de mano de obra, equipos y materiales. Analiza y evalúa proyectos en desarrollo y en fase de implementación.

Coordina y supervisa la ejecución de programas de producción, verifica sus resultados y los compara con los planes originales, las cantidades estimadas y los plazos previamente establecidos; elabora los planes de demanda de materiales atendiendo a los programas de producción.

- **Supervisor de producción:** responsable de la coordinación de los operarios, asegurar el cumplimiento de sus tareas y tener en cuenta sus necesidades. Supervisa y controla el proceso productivo de todas líneas para un turno horario específico, atendiendo el cronograma de producción; controla la preparación y movimiento de materias primas y la calidad del producto; conduciendo al personal a cargo.
- **Operario de producción:** personal calificado encargado de realizar los servicios relacionados con tareas de funcionamiento de cada etapa del proceso. Responde directamente al supervisor de turno.
- **Jefe de calidad:** responsable de asegurar el cumplimiento de los requisitos mínimos de calidad de la materia prima, productos intermedios y finales. Coordina al personal encargado de realizar el control de calidad y, además, informa de cualquier eventualidad que se presente, proponiendo las soluciones necesarias. Coordina la verificación de los estándares requeridos. Posee conocimientos técnicos de las actividades de todas las áreas.
- **Técnico de calidad:** encargado de realizar los análisis físico-químicos necesarios para cumplir con los estándares de calidad. Analiza muestras de etapas de procesos y las compara con los estándares de calidad específicos de la compañía. Detecta irregularidades en la calidad de materia prima y productos.
- **Portero:** encargado de vigilancia en la caseta de seguridad y de realizar tareas de registro de ingreso y egreso de vehículos del personal, transportistas de materia prima y terceros autorizados.
- **Limpieza:** encargado de realizar las tareas de limpieza general

Área administrativa:

- **Jefe administrativo:** responsable de coordinar todas las tareas administrativas, contabilidad, R.R.H.H., tener al día la documentación

necesaria para cumplir con el objetivo financiero. Organiza y supervisa la ejecución de las tareas administrativas de la compañía relacionadas con archivo de documentación, entrega de artículos, servicios de digitación y control de pagos.

- **Administrativo:** encargado de realizar las tareas administrativas competentes. Realiza actividades administrativas, separación y clasificación de documentos, correspondencia, transcripción de información y registros; provee información y organiza archivos de acuerdo con los procesos y rutinas.

Área comercial:

- **Jefe comercial:** planifica y coordina las actividades de marketing, el desarrollo y la ejecución de los planes y programas de comercialización, políticas de precios, publicidad y canales de ventas. Propone estrategias para mantener y fortalecer la imagen de la compañía y aumentar su participación en el mercado a través de investigaciones de mercado, análisis de la competencia y otros estudios similares.
Supervisa las actividades de venta de la compañía en un área o grupo de clientes, para optimizar el volumen de ventas y desarrollar el potencial del mercado, de acuerdo con la política de ventas de la compañía. Asigna tareas al personal de ventas y supervisa su desempeño
- **Asistente comercial:** encargado de realizar las tareas para la correcta comercialización del producto.
Realiza actividades de administración de ventas, verificación y despacho de pedidos, control de solicitudes de ventas, emisión de reportes estadísticos, determinación de comisiones e incentivos de ventas. Posee conocimientos técnicos y requiere orientación con respecto de tareas complejas.
También realiza estudios y análisis del mix de mercado referido a precio, producto, promoción y distribución, el seguimiento de la evolución de los competidores, las necesidades de los consumidores y la situación del mercado por tipo de producto. Posee conocimientos técnicos de las actividades del área.

5.3 - PERSONAL OCUPADO:

El personal requerido se estableció en función de los requisitos de una S.A. desde el punto de vista gerencial, además de los requerimientos de personal demandados por el área de producción, administración y comercialización.

AREA	PUESTO	PERFIL	PERSONAL	TORNOS	TOTAL
Gerencia General	Gerente	Ingeniero Químico/Industrial/ Procesos o a fines	1	1	1
Comercial	Jefe Comercial	Contador, Lic. en Administración de Empresas, Lic. en Comercialización o a fines	1	1	1
	Asistente	Contador, Lic. en Administración de Empresas, Lic. en Comercialización o a fines	2	1	2
Administración	Jefe Administrativo	Abogado/Contador, Lic.Economía, Lic. en R.R.H.H o a fines	1	1	1
	Administrativo	Abogado/Contador, Lic.Economía, Lic. en R.R.H.H o a fines	2	1	2
Producción	Gerente	Procesos o a fines	1	1	1
	Jefe Mantenimiento	Industrial/Procesos o a fines	1	1	1
	Supervisor Mantenimiento	Industrial/Procesos o a fines	1	3	3
	Operarios de Mantenimiento	Secundario, Finalizado/Obrero Común	2	3	6
	Jefe Supply	Procesos o a fines	1	1	1
	Supervisor Supply	Procesos o a fines	1	3	3
	Operario Supply	Secundario, Finalizado/Obrero Común	7	3	21
	Jefe Calidad	Procesos o a fines	1	1	1
	Técnico Calidad	Técnico Químico o Licenciado en Química o a fines	2	2	4
	Portero	Secundario, Finalizado/Obrero Común	1	3	3
Limpeza	Secundario, Finalizado/Obrero Común	1	3	3	
TOTAL			1	3	3
					54

Tabla 98: personal requerido

5.3.1 - SISTEMA DE REMUNERACIÓN E INCENTIVOS:

La remuneración de los operarios se tiene en cuenta lo expresado en el CONVENIO COLECTIVO 449/06, el cual contempla la actividad de la Industria de biocombustibles para obreros y empleados, dentro de los cuales se destacan el operario supply, operario de mantenimiento, portero, técnico de calidad y limpieza. Mientras que la remuneración del personal restante mencionado en el apartado anterior se determinó mediante la guía salarial regional Argentina 2021.

5.3.2 - PLANILLA DE DETERMINACIÓN DE SALARIOS:

ITEM	CARGO	DETALLE	CATEGORÍA	Básico (AR\$)	CARG. SOC. (AR\$)	ADIC. (AR\$)	SAC (AR\$)	ART (AR\$)	CANTIDAD	TOTAL MENSUAL (AR\$)	TOTAL ANUAL (AR\$)
PRODUCCIÓN: MANO DE OBRA DIRECTA											
1	Operario supply	Mensualizada	Convenio: cat. 2	72.179,0	12.992,2	19.488,3	5.774,3	3.609,0	21	2.394.899,2	26.343.891,4
2	Operario mantenimiento	Mensualizada	Convenio: cat. 2	72.179,0	12.992,2	19.488,3	5.774,3	3.609,0	6	684.256,9	7.526.826,1
3	Portero	Mensualizada	Convenio: cat. 2	72.179,0	12.992,2	19.488,3	5.774,3	3.609,0	3	342.128,5	3.763.413,1
4	Técnico de calidad	Mensualizada	Convenio: cat. 2	72.179,0	12.992,2	19.488,3	5.774,3	3.609,0	4	456.171,3	5.017.884,1
5	Limpieza	Mensualizada	Convenio: cat. 2	72.179,0	12.992,2	19.488,3	5.774,3	3.609,0	3	342.128,5	3.763.413,1
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA										4.219.584,3	46.415.427,7
PRODUCCIÓN: MANO DE OBRA INDIRECTA											
6	Gerente de producción	Mensualizada	Fuera Convenio	133.274,0	23.989,3	35.984,0	10.661,9	6.663,7	1	210.572,9	2.316.302,1
7	Jefe de mantenimiento	Mensualizada	Fuera Convenio	196.826,0	35.428,7	53.143,0	15.746,1	9.841,3	1	310.985,1	3.420.835,9
8	Supervisor de mantenimiento	Mensualizada	Fuera Convenio	52.817,0	9.507,1	14.260,6	4.225,4	2.640,9	3	250.352,6	2.753.878,4
9	Jefe supply	Mensualizada	Fuera Convenio	112.917,0	20.325,1	30.487,6	9.033,4	5.645,9	1	178.408,9	1.962.497,5
10	Supervisor supply	Mensualizada	Fuera Convenio	70.547,0	12.698,5	19.047,7	5.643,8	3.527,4	3	334.392,8	3.678.320,6
11	Jefe calidad	Mensualizada	Fuera Convenio	115.285,0	20.751,3	31.127,0	9.222,8	5.764,3	1	182.150,3	2.003.653,3
TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA										1.466.862,5	16.135.487,7
TOTAL ADMINISTRACIÓN											
12	Jefe administrativo	Mensualizada	Fuera Convenio	78.970,0	14.214,6	21.321,9	6.317,6	3.948,5	1	124.772,6	1.372.498,6
13	Administrativo	Mensualizada	Fuera Convenio	39.777,0	7.159,9	10.739,8	3.182,2	1.988,9	2	125.695,3	1.382.648,5
TOTAL ADMINISTRACIÓN										250.467,9	2.755.147,1
COMERCIAL											
14	Jefe comercial	Mensualizada	Fuera Convenio	226.998,0	40.859,6	61.289,5	18.159,8	11.349,9	1	368.656,8	3.945.225,2
15	Asistente	Mensualizada	Fuera Convenio	71.094,0	12.796,9	19.195,4	5.687,5	3.554,7	2	224.657,0	2.471.227,4
TOTAL COMERCIAL										593.313,9	6.416.452,7
GERENCIA GENERAL											
16	Gerente general	Mensualizada	Fuera Convenio	285.958,0	51.472,4	77.208,7	22.876,6	14.297,9	1	451.813,6	4.969.950,0
TOTAL GERENCIA GENERAL										451.813,6	4.969.950,0
TOTAL GENERAL										6.972.042,3	76.692.465,3

Tabla 99: remuneración del personal

5.4 - ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA:

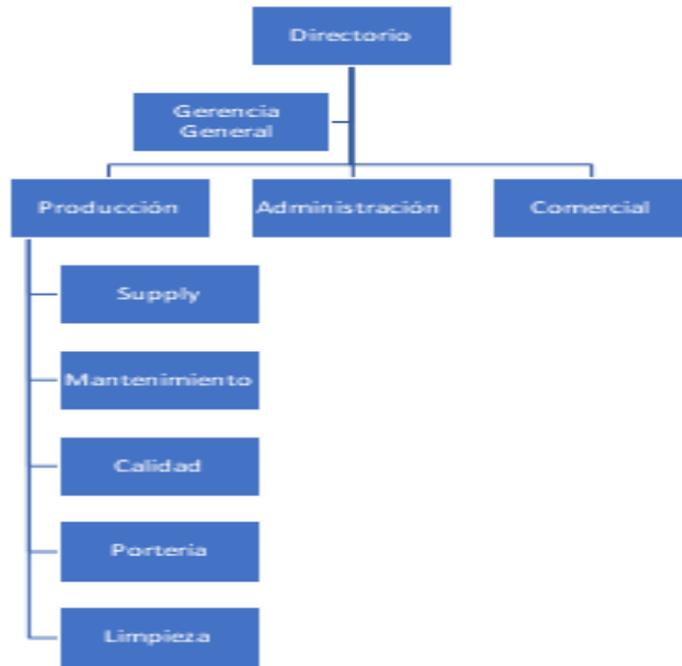


Figure 88: organigrama de la empresa - Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 6: COSTOS

6 - COSTOS:

6.1 - CÁLCULO DE COSTOS: Se describen los gastos correspondientes por un lado a la producción y por otro lado, los gastos administrativos y comerciales.

6.1.1 - COSTOS DE PRODUCCIÓN: Son aquellos gastos que se deben a la actividad de manufactura del producto, es decir, los generados durante el proceso de fabricación del bien, entre ellos se involucran la mano de obra directa, la materia prima, insumos y los gastos de fabricación.

Mano de obra directa: La mano de obra involucrada directamente en el proceso correspondiente al personal de producción, más específicamente a los operarios, por ende, para estimar su costo se tomaron los salarios especificados en el convenio colectivo 449/06.

Materia prima: La materia prima utilizada es sorgo, cuyo precio está regulado por la asociación de “Agricultores Federados Argentinos S.C.L.”, tomándose el precio correspondiente al mes de enero del 2022.

Insumos: Se refiere a los productos químicos utilizados en el proceso (ácido fosfórico, alfaamilasa, glucoamilasa y levadura). Los precios de los productos químicos se estimaron a través de precios vigentes del proveedor Merck en enero del 2022.

Gastos de fabricación: Entre los gastos indirectos relacionados con la producción, se encuentran la mano de obra indirecta, energía eléctrica, combustible, agua, materiales, amortizaciones y, por último, gastos varios e imprevistos.

- **Mano de obra indirecta:** En esta categoría se incluyen los costos de los salarios del gerente de producción, jefes de supply, calidad y mantenimiento, supervisores de mantenimiento. Además de las áreas administrativa, comercial y la gerencia general. Los salarios fueron determinados en el capítulo anterior mediante el convenio de trabajo correspondiente.
- **Materiales:** Se incluyen los materiales necesarios para el proceso, como ser repuestos, indumentaria del personal, equipo de protección personal y elementos de laboratorio. Los precios se obtuvieron de Mercado Libre en enero del 2022.
- **Agua y cloacas:** Representa el costo del abastecimiento de agua y servicio de cloacas. La empresa abastecedora de agua potable es SAMEEP, por lo que sus costos se calculan a partir del cuadro tarifario publicado por la empresa. Tiene un cargo fijo de \$38,3 por mes y un cargo variable de \$38,71 por m³.

- **Energía:** Se calcula teniendo en cuenta la potencia necesaria para el funcionamiento de los equipos y los requerimientos de iluminación. La energía es proporcionada por SECHEEP, dentro del rubro INDUSTRIALES para grandes potencias. La tarifa fija es de \$140/kW más una tarifa variable dependiendo del horario de uso. Esta tarifa variable se divide en cargo punta de \$9,9 por kW, cargo resto \$9,4/kW y cargo valle \$9/kW dependiendo del horario de trabajo.
- **Mantenimiento:** el costo de mantenimiento implica una revisión periódica de los sistemas neumáticos, de rodamiento, de bandas y, en general, de todos los equipos que lo requieran, exceptuando en esta consideración, el salario que percibe el personal que realiza dichas tareas de mantenimiento, lo cual ya se especificó dentro de los costos de mano de obra de producción directa.
El costo de aplicar mantenimiento preventivo y correctivo en el caso que así lo requiera, se estima en un 5% del costo de cada equipo que interviene en el proceso, tal como se refleja en el cálculo de costos, tanto mensuales, como anuales, durante todo el periodo de análisis.
- **Impuestos y tasas:** Incluye los impuestos que se acreditan por poseer inmuebles, también las tasas de servicios y el impuesto al valor agregado para la compra de materia prima, insumos, equipos y conducciones.
Con respecto al producto que se genera y comercializa en la planta, es decir, bioetanol, no estará gravado por el Impuesto a los combustibles líquidos (ICL), ni por el Impuesto al dióxido de carbono (ICO2) – Ley 23.966 título III, capítulos I y II, quedando fuera del alcance del citado gravamen todas sus etapas de producción, distribución y comercialización.

6.1.2 - COSTOS ADMINISTRATIVOS Y DE COMERCIALIZACIÓN: englobando los gastos relacionados con amortizaciones, salarios del personal, comunicación, publicidad y marketing.

Amortizaciones: Corresponde a las amortizaciones de los inmuebles, equipamiento, materiales adquiridos y cargos diferidos. La tasa de amortización depende del bien analizado, y se calculan de acuerdo a los siguientes criterios:

- Los terrenos no se amortizan.
- Las construcciones civiles se amortizan en un período de 30 años.
- Instalaciones y equipos industriales se amortizan en un período de 10 años.
- Muebles, útiles y luminarias se amortizan en un período de 5 años.
- Cargos diferidos se amortizan en un periodo de 3 años.

Recursos humanos: Corresponde a los salarios del personal gerencial y administrativo.

Comunicación: Se incluyen los gastos de telefonía e internet necesarios para realizar las tareas administrativas, marketing y tareas comerciales específicas en el área de oficinas administrativas. Para ellos se contará con dos redes de telefonía, una fija y una móvil.

Ambas serán proporcionadas por el servicio de telefonía TELECOM, el cual ofrece un paquete para medianas y grandes empresas del rubro industrial, mediante el paquete infinite. Este plan se seleccionó en función a la cantidad de usuarios de telefonía móvil que ofrece, el cual se adecua al personal mencionado en el área administrativa de la planta, además del switch automático entre red fija y móvil que ofrece el plan, el cual asegura la conexión en todo momento.

El costo del servicio de telefonía mencionado, se tomó del plan infinite brindado por TELECOM, a través de su página oficial.

Publicidad y marketing: Se incluyen los gastos destinados a la promoción de los productos. Si bien este no es un producto novedoso a nivel nacional, su producción a nivel provincial es novedosa y de particular interés para YPF, que es el consumidor final al cual apunta este proyecto. Por lo cual se tiene en cuenta la presentación de un sitio oficial para promocionar, tanto a la empresa como al producto principal generado, además de la confección y presentación de folletos en los cuales se detallan las especificaciones del producto.

Su costo se computa como el costo promedio mensual del dominio, hosting, diseño y desarrollo web básico de un sitio oficial, es decir, 2500 AR\$ mensuales. A dicho costo se suma la presentación y actualización del sitio oficial, además de la confección y presentación de folletos y catálogos con las especificaciones del producto y la empresa, calculado como el 1% del salario del departamento comercial que realizará dichas actividades. De este modo el costo de publicidad y marketing a nivel mensual asciende a 7000 AR\$.

Gastos varios: Se incluyen otros gastos de administración. Se los determina como un 3% de la suma de los gastos de producción y fabricación.

6.1.3 - GASTOS FINANCIEROS: Corresponde a los gastos generados por intereses de deudas.

6.2 - PLANILLA DE COSTOS

6.2.1 - CUADRO DE EVOLUCIÓN:

EVOLUCIÓN STOCK Y PRODUCCIÓN												
DETALLE	UNIDAD	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
VENTAS PROYECTADAS BIOETANOL	tn/año	0	1.008	1.033	1.059	1.112	1.195	1.285	1.413	1.561	1.756	2.020
VENTAS PROYECTADAS CO2	tn/año	0	1.051	1.077	1.104	1.159	1.246	1.339	1.473	1.628	1.832	2.106
VENTAS PROYECTADAS DDGS	tn/año	0	450	461	472	496	533	573	630	697	784	901
PRODUCCIÓN DE BIOETANOL	tn/año	0	1.061	1.087	1.114	1.170	1.258	1.352	1.487	1.643	1.849	2.126
PRODUCCIÓN DE CO2	tn/año	0	1.051	1.077	1.104	1.159	1.246	1.339	1.473	1.628	1.832	2.106
PRODUCCIÓN DE DDGS	tn/año	0	450	461	472	496	533	573	630	697	784	901
STOCK BIOETANOL	tn/año	0	53	54	56	59	63	68	74	82	92	106
CONSUMO SORGO	tn/año	0	906	928	952	999	1.074	1.155	1.270	1.403	1.579	1.816
STOCK DE SORGO	tn/año	91	91	93	95	100	107	115	127	140	158	182
CONSUMO ALFAMILASA	kg/año	0	10.606	10.871	11.143	11.700	12.578	13.521	14.873	16.435	18.489	21.263
STOCK DE ALFAMILASA	kg/año	1.061	1.061	1.087	1.114	1.170	1.258	1.352	1.487	1.643	1.849	2.126
CONSUMO H3PO4	kg/año	0	21.212	21.743	22.286	23.401	25.156	27.042	29.747	32.870	36.979	42.526
STOCK DE H3PO4	kg/año	2.121	2.121	2.174	2.229	2.340	2.516	2.704	2.975	3.287	3.698	4.253
CONSUMO GLUCOAMILASA	kg/año	0	3.182	3.261	3.343	3.510	3.773	4.056	4.462	4.930	5.547	6.379
STOCK DE GLUCOAMILASA	kg/año	318	318	326	334	351	377	406	446	493	555	638
CONSUMO LEVADURA	kg/año	0	505	517	530	557	598	643	708	782	880	1.011
STOCK DE LEVADURA	kg/año	1	50	52	53	56	60	64	71	78	88	101
CAPACIDAD INSTALADA	%	0	48%	49%	50%	52%	56%	61%	67%	74%	83%	95%

Tabla 100: evolución de stock y producción durante 10 años

PRECIO PROMEDIO DE VENTA		
BIOETANOL	US\$/tn	441,6
DDGS	US\$/tn	250
CO2	US\$/tn	150
CAP. INSTALADA	tn/año	223.259

Tabla 101: precio promedio de productos y subproductos

6.2.2 - COSTOS DE MATERIA PRIMA E INSUMOS:

COSTO PROMEDIO		
SORGO	US\$/tn	200
ALFAMILASA	US\$/kg	4,25
H3PO4	US\$/kg	1,05
GLUCOAMILASA	US\$/kg	2,5
LEVADURA	US\$/kg	1,5

Tabla 102: costo promedio de materia prima

SORGO											
CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
CONSUMO	tn/año	906	928	952	999	1.074	1.155	1.270	1.403	1.579	1.816
COSTO	AR\$/año	17.236.190	17.667.095	18.108.772	19.014.211	20.440.277	21.973.298	24.170.627	26.708.543	30.047.111	34.554.178
ALFAMILASA											
CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
CONSUMO	tn/año	10.606	10.871	11.143	11.700	12.578	13.521	14.873	16.435	18.489	21.263
COSTO	AR\$/año	4.289.022	4.396.248	4.506.154	4.731.462	5.086.321	5.467.795	6.014.575	6.646.105	7.476.869	8.598.399
H3PO4											
CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
CONSUMO	tn/año	21.212	21.743	22.286	23.401	25.156	27.042	29.747	32.870	36.979	42.526
COSTO	AR\$/año	2.119.282	2.172.264	2.226.570	2.337.899	2.513.241	2.701.734	2.971.908	3.283.958	3.694.453	4.248.621
GLUCOAMILASA											
CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
CONSUMO	tn/año	3.182	3.261	3.343	3.510	3.773	4.056	4.462	4.930	5.547	6.379
COSTO	AR\$/año	756.886	775.808	795.204	834.964	897.586	964.905	1.061.396	1.172.842	1.319.447	1.517.365
LEVADURA											
CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
CONSUMO	tn/año	505	517	530	557	598	643	708	782	880	1.011
COSTO	AR\$/año	72.009	73.809	75.655	79.437	85.395	91.800	100.980	111.583	125.530	144.360
TOTAL ANUAL											
CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
COSTO	AR\$/año	24.473.390	25.085.224	25.712.355	26.997.973	29.022.821	31.199.532	34.319.485	37.923.031	42.663.410	49.062.922

Tabla 103: evolución de costos de materia prima e insumos

6.2.3 - COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA POTABLE:

CUADRO TARIFARIO ENERGÍA ELÉCTRICA		
CARGOS FIJOS	AR\$/MES	69988
CARGOS VARIABLES		
CARGO PUNTA	AR\$/MES	10
CARGO RESTO	AR\$/MES	9
CARGO VALLE	AR\$/MES	9
CUADRO TARIFARIO AGUA		
FACTOR DE SERVICIO FIJO	AR\$/MES	38
CARGO POR M3	AR\$	39

Tabla 104: cuadro tarifario de energía eléctrica

CONSUMO ENERGÉTICO											
CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
COSTO POR SERVICIO (FUO)											
COSTO MENSUAL	ARS/MES	69988	69988	69988	69988	69988	69988	69988	69988	69988	69988
COSTO ANUAL	ARS/AÑO	839856	839856	839856	839856	839856	839856	839856	839856	839856	839856
ENERGIA MOTRIZ (VARIABLE)											
CONSUMO MENSUAL	KW/MES	116545	122372	128490	134915	141661	148744	156181	163990	172189	180799
CONSUMO ANUAL	KW/AÑO	1398535	1468462	1541885	1618980	1699929	1784925	1874171	1967880	2066274	2169588
COSTO MENSUAL	ARS/MES	1100954	1156002	1213802	1274492	1338217	1405128	1475384	1549153	1626611	1707941
COSTO ANUAL	ARS/AÑO	13211452	13872024	14565626	15293907	16058602	16861532	17704609	18589839	19519331	20495298
ENERGIA LUMINICA (FUO)											
CONSUMO MENSUAL	KW/MES	4441	4441	4441	4441	4441	4441	4441	4441	4441	4441
CONSUMO ANUAL	KW/AÑO	53288	53288	53288	53288	53288	53288	53288	53288	53288	53288
COSTO MENSUAL	ARS/MES	41949	41949	41949	41949	41949	41949	41949	41949	41949	41949
COSTO ANUAL	ARS/AÑO	503393	503393	503393	503393	503393	503393	503393	503393	503393	503393
COSTOS FUOS Y VARIABLES DE ENERGIA ELECTRICA											
COSTO FUO											
COSTO MENSUAL	ARS/MES	111937	111937	111937	111937	111937	111937	111937	111937	111937	111937
COSTO ANUAL	ARS/AÑO	1343249	1343249	1343249	1343249	1343249	1343249	1343249	1343249	1343249	1343249
COSTO VARIABLE											
COSTO MENSUAL	ARS/MES	1100954	1156002	1213802	1274492	1338217	1405128	1475384	1549153	1626611	1707941
COSTO ANUAL	ARS/AÑO	13211452	13872024	14565626	15293907	16058602	16861532	17704609	18589839	19519331	20495298
TOTAL											
COSTO MENSUAL	ARS/MES	1212882	1267939	1325740	1386430	1450154	1517065	1587321	1661091	1738548	1819879
COSTO ANUAL	ARS/AÑO	1454700	15215273	15908874	16637156	17401851	18204781	19047858	19933088	20862580	21838547

Tabla 105: costo energético

CONSUMO H2O											
CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3
COSTO ANUAL	AR\$/AÑO	459,6	459,6	459,6	459,6	459,6	459,6	459,6	459,6	459,6	459,6
AGUA DE PROCESO [VARIABLE]											
CONSUMO MENSUAL	M3/MES	12482,3	13106,4	13761,7	14449,8	15172,3	15930,9	16727,4	17563,8	18442,0	19364,1
CONSUMO ANUAL	M3/AÑO	149787,4	157276,7	165140,6	173397,6	182067,5	191170,8	200729,4	210765,9	221304,2	232369,4
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	483189,1	507348,5	532715,9	559351,7	587319,3	616885,3	647519,6	679895,5	713890,3	749584,8
COSTO ANUAL	AR\$/AÑO	5798268,7	6088182,1	6392591,2	6712220,8	7047831,9	7400223,4	7770234,6	8158746,3	8566683,7	8995017,8
AGUA CONSUMO HUMANO Y SANITARIO [VARIABLE]											
CONSUMO MENSUAL	M3/MES	100,8	105,8	111,1	116,7	122,5	128,6	135,1	141,8	148,9	156,4
CONSUMO ANUAL	M3/AÑO	1209,6	1270,1	1333,6	1400,3	1470,3	1543,8	1621,0	1702,0	1787,1	1876,5
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	3902,0	4097,1	4301,9	4517,0	4742,9	4980,0	5229,0	5490,5	5765,0	6053,2
COSTO ANUAL	AR\$/AÑO	46823,6	49164,8	51623,0	54204,2	56914,4	59760,1	62748,1	65885,5	69179,8	72638,8
AGUA DE LIMPIEZA [FLUJO]											
CONSUMO MENSUAL	M3/MES	147,4	147,4	147,4	147,4	147,4	147,4	147,4	147,4	147,4	147,4
CONSUMO ANUAL	M3/AÑO	1768,8	1768,8	1768,8	1768,8	1768,8	1768,8	1768,8	1768,8	1768,8	1768,8
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	5705,9	5705,9	5705,9	5705,9	5705,9	5705,9	5705,9	5705,9	5705,9	5705,9
COSTO ANUAL	AR\$/AÑO	68470,2	68470,2	68470,2	68470,2	68470,2	68470,2	68470,2	68470,2	68470,2	68470,2
COSTOS FIJOS Y VARIABLES DE AGUA											
COSTO FIJO											
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	5744,2	5744,2	5744,2	5744,2	5744,2	5744,2	5744,2	5744,2	5744,2	5744,2
COSTO ANUAL	AR\$/AÑO	68929,8	68929,8	68929,8	68929,8	68929,8	68929,8	68929,8	68929,8	68929,8	68929,8
COSTO VARIABLE											
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	487091,0	511445,6	537017,9	563868,7	592062,2	621665,3	652748,6	685386,0	719655,3	755638,1
COSTO ANUAL	AR\$/AÑO	5845092,3	6137346,9	6444214,3	6766425,0	7104746,2	7459983,6	7832392,7	8224631,9	8635863,5	9067656,6
TOTAL											
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	492835,2	517189,7	542762,0	569612,9	597806,3	627409,5	658492,7	691130,1	725399,4	761382,2
COSTO ANUAL	AR\$/AÑO	5914022,2	6206276,8	6513144,1	6835354,8	7173676,1	7529913,4	7901912,6	8293561,7	8704793,3	9136586,5

Tabla 106: consumo hídrico

6.2.4 - COSTOS DE COMBUSTIBLE:

CONSUMO COMBUSTIBLE											
CONCEPTO	UNIDAD	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
COSTO VARIABLE											
CONSUMO MENSUAL	KG/MES	29.299	30.764	32.302	33.917	35.613	37.394	39.264	41.227	43.288	45.453
CONSUMO ANUAL	KG/ANO	351.590	369.170	387.628	407.010	427.360	448.728	471.165	494.723	519.459	545.432
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	3.067.799	3.221.189	3.382.248	3.551.360	3.728.928	3.915.375	4.111.144	4.316.701	4.532.536	4.759.163
COSTO ANUAL	AR\$/ANO	36.813.583	38.654.262	40.586.975	42.616.324	44.747.140	46.984.497	49.333.722	51.800.408	54.390.429	57.109.950

Tabla 107: consumo de combustible

6.2.5 - COSTOS DE UNIFORMES Y EPP:

PRECIO UNIFORME Y E.P.P.	
UNIFORME	3800
CASCO	726
ZAPATO DE SEGURIDAD	7000
PROTECCIÓN OCULAR	400
PROTECCIÓN AUDITIVA	653
BARBIJOS	320

Tabla 108: precio unitario de E.P.P.

EVOLUCIÓN DE COSTOS				
CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 1-2-3	AÑO 4-5-6-7	AÑO 8-9-10
UNIFORMES				
CANTIDAD	-	47	59	71
COSTO	AR\$/AÑO	178600	223250	267900
CASCO				
CANTIDAD	-	47	59	71
COSTO	AR\$/AÑO	34122	42653	51183
ZAPATO DE SEGURIDAD				
CANTIDAD	-	47	59	71
COSTO	AR\$/AÑO	329000	411250	493500
PROTECCIÓN OCULAR				
CANTIDAD	-	47	59	71
COSTO	AR\$/AÑO	18800	23500	28200
PROTECCIÓN AUDITIVA				
CANTIDAD	-	47	59	71
COSTO	AR\$/AÑO	30691	38364	46037
BARBIJOS				
CANTIDAD	-	54	66	78
COSTO	AR\$/AÑO	17280	21040	24800
TOTAL				
COSTO	AR\$/AÑO	608493	760056	911620

Tabla 109: evolución de costos de E.P.P.

6.2.6 - COSTOS DE ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN:

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN											
CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
SALARIOS DE ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN											
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	926.939	926.939	926.939	926.939	926.939	926.939	926.939	926.939	926.939	926.939
COSTO ANUAL	AR\$/AÑO	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550
GASTOS ADMINISTRATIVOS (*)											
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000
COSTO ANUAL	AR\$/AÑO	372.000	372.000	372.000	372.000	372.000	372.000	372.000	372.000	372.000	372.000
TOTAL											
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	957.939	957.939	957.939	957.939	957.939	957.939	957.939	957.939	957.939	957.939
COSTO ANUAL	AR\$/AÑO	14.513.550	14.513.550	14.513.550	14.513.550	14.513.550	14.513.550	14.513.550	14.513.550	14.513.550	14.513.550

Tabla 110: costos administrativos y comerciales

GASTOS ADMINISTRATIVOS (*)											
CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
TELEFONIA											
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
INTERNET											
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
MARKETING Y PUBLICIDAD											
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
GASTOS GENERALES											
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
TOTAL											
COSTO MENSUAL	AR\$/MES	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000

Tabla 111: costos administrativos

6.2.7 - EVOLUCIÓN DE COSTOS MENSUALES:

AÑO 1			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		1.436.349	1.436.349
INSUMOS		603.100	603.100
MANO DE OBRA DIRECTA		3.867.952	3.867.952
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		1.049.638	1.049.638
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.344.624		1.344.624
MANTENIMIENTO	170.855		170.855
EPP		50.708	50.708
AGUA	5.744	487.091	492.835
COMBUSTIBLE		3.067.799	3.067.799
ENERGÍA ELÉCTRICA	111.937	1.100.954	1.212.892
SEGUROS	204.208		204.208
VARIOS E IMPREVISTOS		405.029	405.029
TOTAL PRODUCCIÓN	1.837.369	12.068.620	13.905.989
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	1.209.462		1.209.462
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		1.416.518	1.416.518
TOTAL FINANCIACIÓN		1.416.518	1.416.518
TOTAL	3.046.832	13.485.138	16.531.970

AÑO 2			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		1.472.258	1.472.258
INSUMOS		618.177	618.177
MANO DE OBRA DIRECTA		3.867.952	3.867.952
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		1.049.638	1.049.638
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.344.624		1.344.624
MANTENIMIENTO	170.855		170.855
EPP		50.708	50.708
AGUA	5.744	511.446	517.190
COMBUSTIBLE		3.221.189	3.221.189
ENERGÍA ELÉCTRICA	111.937	1.156.002	1.267.939
SEGUROS	204.208		204.208
VARIOS E IMPREVISTOS		4.962.506	4.962.506
TOTAL PRODUCCIÓN	1.837.369	16.909.875	18.747.244
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	1.209.462		1.209.462
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		1.274.867	1.274.867
TOTAL FINANCIACIÓN		1.416.518	1.416.518
TOTAL	3.046.832	18.184.742	21.231.573

AÑO 3			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		1.509.064	1.509.064
INSUMOS		633.632	633.632
MANO DE OBRA DIRECTA		3.867.952	3.867.952
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		1.049.638	1.049.638
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.344.624		1.344.624
MANTENIMIENTO	170.855		170.855
EPP		50.708	50.708
AGUA	5.744	537.018	542.762
COMBUSTIBLE		3.382.248	3.382.248
ENERGÍA ELÉCTRICA	111.937	1.213.802	1.325.740
SEGUROS	204.208		204.208
VARIOS E IMPREVISTOS		422.443	422.443
TOTAL PRODUCCIÓN	1.837.369	12.666.505	14.503.874
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	1.209.462		1.209.462
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		1133215	1133215
TOTAL FINANCIACIÓN		1.416.518	1.416.518
TOTAL	3.046.832	13.799.720	16.846.551

AÑO 4			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		1.584.518	1.584.518
INSUMOS		665.313	665.313
MANO DE OBRA DIRECTA		3.867.952	3.867.952
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		978.567	978.567
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.344.624		1.344.624
MANTENIMIENTO	170.855		170.855
EPP		63.338	63.338
AGUA	5.744	563.869	569.613
COMBUSTIBLE		3.551.360	3.551.360
ENERGÍA ELÉCTRICA	111.937	1.274.492	1.386.430
SEGUROS	204.208		204.208
VARIOS E IMPREVISTOS		431.603	431.603
TOTAL PRODUCCIÓN	1.837.369	12.981.014	14.818.383
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	1.209.462		1.209.462
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		991.563	991.563
TOTAL FINANCIACIÓN		991.563	991.563
TOTAL	3.046.832	13.972.576	17.019.408

AÑO 5			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		1.703.356	1.703.356
INSUMOS		715.212	715.212
MANO DE OBRA DIRECTA		3.867.952	3.867.952
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		978.567	978.567
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.344.624		1.344.624
MANTENIMIENTO	170.855		170.855
EPP		63.338	63.338
AGUA	5.744	592.062	597.806
COMBUSTIBLE		3.728.928	3.728.928
ENERGÍA ELÉCTRICA	111.937	1.338.217	1.450.154
SEGUROS	204.208		204.208
VARIOS E IMPREVISTOS		444.750	444.750
TOTAL PRODUCCIÓN	1.837.369	13.432.384	15.269.753
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	1.209.462		1.209.462
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		849.911	849.911
TOTAL FINANCIACIÓN		849.911	849.911
TOTAL	3.046.832	14.282.295	17.329.126

AÑO 6			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		1.831.108	1.831.108
INSUMOS		768.853	768.853
MANO DE OBRA DIRECTA		3.867.952	3.867.952
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		594.215	594.215
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.344.624		1.344.624
MANTENIMIENTO	170.855		170.855
EPP		63.338	63.338
AGUA	5.744	621.665	627.409
COMBUSTIBLE		3.915.375	3.915.375
ENERGÍA ELÉCTRICA	111.937	1.405.128	1.517.065
SEGUROS	204.208		204.208
VARIOS E IMPREVISTOS		447.150	447.150
TOTAL PRODUCCIÓN	1.837.369	13.514.784	15.352.153
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	1.209.462		1.209.462
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		708.259	708.259
TOTAL FINANCIACIÓN		708.259	708.259
TOTAL	3.046.832	14.223.043	17.269.875

AÑO 7			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		2.014.219	2.014.219
INSUMOS		845.738	845.738
MANO DE OBRA DIRECTA		3.867.952	3.867.952
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		594.215	594.215
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.344.624		1.344.624
MANTENIMIENTO	170.855		170.855
EPP		63.338	63.338
AGUA	5.744	652.749	658.493
COMBUSTIBLE		4.111.144	4.111.144
ENERGÍA ELÉCTRICA	111.937	1.475.384	1.587.321
SEGUROS	204.208		204.208
VARIOS E IMPREVISTOS			0
TOTAL PRODUCCIÓN	1.837.369	13.624.738	15.462.108
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	1.209.462		1.209.462
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		566.607	566.607
TOTAL FINANCIACIÓN		566.607	566.607
TOTAL	3.046.832	14.191.346	17.238.177

AÑO 8			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		2.225.712	2.225.712
INSUMOS		934.541	934.541
MANO DE OBRA DIRECTA		3.867.952	3.867.952
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		594.215	594.215
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.344.624		1.344.624
MANTENIMIENTO	170.855		170.855
EPP		75.968	75.968
AGUA	5.744	685.386	691.130
COMBUSTIBLE		4.316.701	4.316.701
ENERGÍA ELÉCTRICA	111.937	1.549.153	1.661.091
SEGUROS	204.208		204.208
VARIOS E IMPREVISTOS			0
TOTAL PRODUCCIÓN	1.837.369	14.249.628	16.086.997
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	1.209.462		1.209.462
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		424.956	424.956
TOTAL FINANCIACIÓN		424.956	424.956
TOTAL	3.046.832	14.674.584	17.721.415

AÑO 9			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		2.503.926	2.503.926
INSUMOS		1.051.358	1.051.358
MANO DE OBRA DIRECTA		3.867.952	3.867.952
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		594.215	594.215
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.344.624		1.344.624
MANTENIMIENTO	170.855		170.855
EPP		75.968	75.968
AGUA	5.744	719.655	725.399
COMBUSTIBLE		4.532.536	4.532.536
ENERGÍA ELÉCTRICA	111.937	1.626.611	1.738.548
SEGUROS	204.208		204.208
VARIOS E IMPREVISTOS		504.288	504.288
TOTAL PRODUCCIÓN	1.837.369	15.476.509	17.313.878
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	1.209.462		1.209.462
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		283.304	283.304
TOTAL FINANCIACIÓN		283.304	283.304
TOTAL	3.046.832	15.759.813	18.806.645

AÑO 10			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		2.879.515	2.879.515
INSUMOS		1.209.062	1.209.062
MANO DE OBRA DIRECTA		3.867.952	3.867.952
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		594.215	594.215
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.344.624		1.344.624
MANTENIMIENTO	170.855		170.855
EPP		75.968	75.968
AGUA	5.744	755.638	761.382
COMBUSTIBLE		4.759.163	4.759.163
ENERGÍA ELÉCTRICA	111.937	1.707.941	1.819.879
SEGUROS	204.208		204.208
VARIOS E IMPREVISTOS		530.605	530.605
TOTAL PRODUCCIÓN	1.837.369	16.380.059	18.217.428
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	1.209.462		1.209.462
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		141.652	141.652
TOTAL FINANCIACIÓN		141.652	141.652
TOTAL	3.046.832	16.521.711	19.568.542

Tabla 112 evolución de costos mensuales del año 1 al 10

6.2.7 - EVOLUCIÓN DE COSTOS ANUALES:

AÑO 1			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		17.236.190	17.236.190
INSUMOS		7.237.199	7.237.199
MANO DE OBRA DIRECTA		46.415.428	46.415.428
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		12.595.653	12.595.653
MANO DE OBRA INDIRECTA	16.135.488		16.135.488
MANTENIMIENTO	2.050.263		2.050.263
EPP		608.493	608.493
AGUA	68.930	5.845.092	5.914.022
COMBUSTIBLE		36.813.583	36.813.583
ENERGÍA ELÉCTRICA	1.343.249	13.211.452	14.554.700
SEGUROS	2.450.500		2.450.500
VARIOS E IMPREVISTOS		4.860.346	4.860.346
TOTAL PRODUCCIÓN	22.048.429	144.823.436	166.871.865
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	14.513.550		14.513.550
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		16.998.222	16.998.222
TOTAL FINANCIACIÓN		16.998.222	16.998.222
TOTAL	36.561.979	161.821.658	198.383.636

AÑO 2			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		17.667.095	17.667.095
INSUMOS		7.418.129	7.418.129
MANO DE OBRA DIRECTA		46.415.428	46.415.428
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		12.595.653	12.595.653
MANO DE OBRA INDIRECTA	16.135.488		16.135.488
MANTENIMIENTO	2.050.263		2.050.263
EPP		608.493	608.493
AGUA	68.930	6.137.347	6.206.277
COMBUSTIBLE		38.654.262	38.654.262
ENERGÍA ELÉCTRICA	1.343.249	13.872.024	15.215.273
SEGUROS	2.450.500		2.450.500
VARIOS E IMPREVISTOS		4.962.506	4.962.506
TOTAL PRODUCCIÓN	22.048.429	148.330.937	170.379.366
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	14.513.550		14.513.550
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		15298400	15298400
TOTAL FINANCIACIÓN		15.298.400	15.298.400
TOTAL	36.561.979	163.629.337	200.191.315

AÑO 3			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		18.108.772	18.108.772
INSUMOS		7.603.582	7.603.582
MANO DE OBRA DIRECTA		46.415.428	46.415.428
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		12.595.653	12.595.653
MANO DE OBRA INDIRECTA	16.135.488		16.135.488
MANTENIMIENTO	2.050.263		2.050.263
EPP		608.493	608.493
AGUA	68.930	6.444.214	6.513.144
COMBUSTIBLE		40.586.975	40.586.975
ENERGÍA ELÉCTRICA	1.343.249	14.565.626	15.908.874
SEGUROS	2.450.500		2.450.500
VARIOS E IMPREVISTOS		5.069.315	5.069.315
TOTAL PRODUCCIÓN	22.048.429	151.998.059	174.046.488
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	14.513.550		14.513.550
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		13.598.577	13.598.577
TOTAL FINANCIACIÓN		13.598.577	13.598.577
TOTAL	36.561.979	165.596.636	202.158.615

AÑO 4			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		19.014.211	19.014.211
INSUMOS		7.983.762	7.983.762
MANO DE OBRA DIRECTA		46.415.428	46.415.428
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		11.742.809	11.742.809
MANO DE OBRA INDIRECTA	16.135.488		16.135.488
MANTENIMIENTO	2.050.263		2.050.263
EPP		760.056	760.056
AGUA	68.930	6.766.425	6.835.355
COMBUSTIBLE		42.616.324	42.616.324
ENERGÍA ELÉCTRICA	1.343.249	15.293.907	16.637.156
SEGUROS	2.450.500		2.450.500
VARIOS E IMPREVISTOS		5.179.241	5.179.241
TOTAL PRODUCCIÓN	22.048.429	155.772.162	177.820.591
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	14.513.550		14.513.550
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		11.898.755	11.898.755
TOTAL FINANCIACIÓN		11.898.755	11.898.755
TOTAL	36.561.979	167.670.918	204.232.896

AÑO 5			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		20.440.277	20.440.277
INSUMOS		8.582.544	8.582.544
MANO DE OBRA DIRECTA		46.415.428	46.415.428
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		11.742.809	11.742.809
MANO DE OBRA INDIRECTA	16.135.488		16.135.488
MANTENIMIENTO	2.050.263		2.050.263
EPP		760.056	760.056
AGUA	68.930	7.104.746	7.173.676
COMBUSTIBLE		44.747.140	44.747.140
ENERGÍA ELÉCTRICA	1.343.249	16.058.602	17.401.851
SEGUROS	2.450.500		2.450.500
VARIOS E IMPREVISTOS		5.337.001	5.337.001
TOTAL PRODUCCIÓN	22.048.429	161.188.604	183.237.032
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	14.513.550		14.513.550
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		10.198.933	10.198.933
TOTAL FINANCIACIÓN		10.198.933	10.198.933
TOTAL	36.561.979	171.387.537	207.949.515

AÑO 6			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		21.973.298	21.973.298
INSUMOS		9.226.235	9.226.235
MANO DE OBRA DIRECTA		46.415.428	46.415.428
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		7.130.578	7.130.578
MANO DE OBRA INDIRECTA	16.135.488		16.135.488
MANTENIMIENTO	2.050.263		2.050.263
EPP		760.056	760.056
AGUA	68.930	7.459.984	7.528.913
COMBUSTIBLE		46.984.497	46.984.497
ENERGÍA ELÉCTRICA	1.343.249	16.861.532	18.204.781
SEGUROS	2.450.500		2.450.500
VARIOS E IMPREVISTOS		5.365.801	5.365.801
TOTAL PRODUCCIÓN	22.048.429	162.177.409	184.225.837
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	14.513.550		14.513.550
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		8.499.111	8.499.111
TOTAL FINANCIACIÓN		8.499.111	8.499.111
TOTAL	36.561.979	170.676.519	207.238.498

AÑO 7			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		24.170.627	24.170.627
INSUMOS		10.148.858	10.148.858
MANO DE OBRA DIRECTA		46.415.428	46.415.428
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		7.130.578	7.130.578
MANO DE OBRA INDIRECTA	16.135.488		16.135.488
MANTENIMIENTO	2.050.263		2.050.263
EPP		760.056	760.056
AGUA	68.930	7.832.983	7.901.913
COMBUSTIBLE		49.333.722	49.333.722
ENERGÍA ELÉCTRICA	1.343.249	17.704.609	19.047.858
SEGUROS	2.450.500		2.450.500
VARIOS E IMPREVISTOS		5.566.359	5.566.359
TOTAL PRODUCCIÓN	22.048.429	169.063.220	191.111.649
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	14.513.550		14.513.550
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		6.799.289	6.799.289
TOTAL FINANCIACIÓN		6.799.289	6.799.289
TOTAL	36.561.979	175.862.509	212.424.487

AÑO 8			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		26.708.543	26.708.543
INSUMOS		11.214.488	11.214.488
MANO DE OBRA DIRECTA		46.415.428	46.415.428
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		7.130.578	7.130.578
MANO DE OBRA INDIRECTA	16.135.488		16.135.488
MANTENIMIENTO	2.050.263		2.050.263
EPP		911.620	911.620
AGUA	68.930	8.224.632	8.293.562
COMBUSTIBLE		51.800.408	51.800.408
ENERGÍA ELÉCTRICA	1.343.249	18.589.839	19.933.088
SEGUROS	2.450.500		2.450.500
VARIOS E IMPREVISTOS		5.791.319	5.791.319
TOTAL PRODUCCIÓN	22.048.429	176.786.855	198.835.284
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	14.513.550		14.513.550
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		5.099.467	5.099.467
TOTAL FINANCIACIÓN		5.099.467	5.099.467
TOTAL	36.561.979	181.886.322	218.448.300

AÑO 9			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		30.047.111	30.047.111
INSUMOS		12.616.299	12.616.299
MANO DE OBRA DIRECTA		46.415.428	46.415.428
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		7.130.578	7.130.578
MANO DE OBRA INDIRECTA	16.135.488		16.135.488
MANTENIMIENTO	2.050.263		2.050.263
EPP		911.620	911.620
AGUA	68.930	8.635.863	8.704.793
COMBUSTIBLE		54.390.429	54.390.429
ENERGÍA ELÉCTRICA	1.343.249	19.519.331	20.862.580
SEGUROS	2.450.500		2.450.500
VARIOS E IMPREVISTOS		6.051.453	6.051.453
TOTAL PRODUCCIÓN	22.048.429	185.718.112	207.766.541
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	14.513.550		14.513.550
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		3.399.644	3.399.644
TOTAL FINANCIACIÓN		3.399.644	3.399.644
TOTAL	36.561.979	189.117.756	225.679.735

AÑO 10			
CONCEPTO	C. FIJO (\$)	VARIABLE (\$)	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN			
MATERIA PRIMA		34.554.178	34.554.178
INSUMOS		14.508.744	14.508.744
MANO DE OBRA DIRECTA		46.415.428	46.415.428
COSTOS DE FABRICACIÓN			
AMORTIZACIONES		7.130.578	7.130.578
MANO DE OBRA INDIRECTA	16.135.488		16.135.488
MANTENIMIENTO	2.050.263		2.050.263
EPP		911.620	911.620
AGUA	68.930	9.067.657	9.136.586
COMBUSTIBLE		57.109.950	57.109.950
ENERGÍA ELÉCTRICA	1.343.249	20.495.298	21.838.547
SEGUROS	2.450.500		2.450.500
VARIOS E IMPREVISTOS		6.367.256	6.367.256
TOTAL PRODUCCIÓN	22.048.429	196.560.708	218.609.137
ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	14.513.550		14.513.550
FINANCIACIÓN			
INTERESES BANCARIOS		1.699.822	1.699.822
TOTAL FINANCIACIÓN		1.699.822	1.699.822
TOTAL	36.561.979	198.260.530	234.822.509

Tabla 113: evolución de costos anuales del años 1 al 10

6.3 - GASTOS DE PUESTA EN MARCHA:

Los gastos de puesta en marcha incluyen el exceso de gastos que se incurre durante la puesta en marcha de la fábrica y hasta llegar al régimen de producción previsto. Durante este período hay un mayor consumo de materias primas, insumos y energía por unidad de venta producida.

GASTOS PUESTA EN MARCHA				
DETALLE	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
NIVEL DE PRODUCCIÓN	40%	60%	80%	100%
TONELADAS PRODUCIDAS	35,4	53,0	70,7	88,4
CONSUMO MATERIAS PRIMAS E INSUMOS	45%	63%	82%	100%
GASTOS MATERIAS PRIMAS [AR\$]	917.752,1	1.284.852,9	1.672.348,3	2.039.449,1
OCUPACIÓN MANO DE OBRA DIRECTA	1	1	1	1
GASTOS MANO DE OBRA DIRECTA [AR\$]	4.219.584,3	4.219.584,3	4.219.584,3	4.219.584,3
CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA	85%	85%	95%	100%
GASTOS ENERGÍA ELÉCTRICA [AR\$]	1.030.957,9	1.030.957,9	1.152.247,1	1.212.891,7
CONSUMO COMBUSTIBLE	85%	90%	95%	100%
GASTOS COMBUSTIBLE [AR\$]	2.607.628,8	2.761.018,7	2.914.408,7	3.067.798,6
CONSUMO AGUA DE PROCESO	85%	85%	95%	100%
GASTOS AGUA DE PROCESO [AR\$]	410.710,7	410.710,7	459.029,6	483.189,1
TOTAL GASTOS	9.186.633,9	9.707.124,7	10.417.618,0	11.022.912,8
GASTOS POR TN [AR\$/TN]	259.846,6	183.045,9	147.332,7	124.714,5
EXCESO DE GASTO [AR\$/TN]	135.132,1	58.331,4	22.618,2	0
EXCESO DE GASTO [AR\$]	4.777.468,8	3.093.377,0	1.599.287,8	0
TOTAL PUESTA EN MARCHA [AR\$]	9.470.133,5			

Tabla 114: gastos de puesta en marcha

CAPÍTULO 7: INVERSIONES

7 – INVERSIONES:

7.1 - CÁLCULO DE INVERSIONES:

Las inversiones son todos los bienes adquiridos y gastos que se realizaron para que la planta funcione. Las inversiones se clasifican en activos fijos, cargos diferidos y activos de trabajo.

7.1.1 INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS Y ASIMILABLES.

Terreno: Se adquiere un lote de 11.700 m² ubicado en el parque industrial Puerto Tirol, provincia del Chaco. Se determina el precio por m² teniendo en cuenta los precios de terrenos adyacentes al parque que figuran en los sitios web de GrupoBel.

COSTO DEL TERRENO			
TERRENO (m ²)	PRECIO UNITARIO SIN IVA (\$AR/m ²)	PRECIO UNITARIO CON IVA (\$AR/m ²)	COSTOTOTAL (\$AR)
11.700	3.250	3.900	45.630.000

Tabla 115: costos del terreno

Edificios y obras civiles: la cotización de las áreas productivas, administrativas, de tratamiento de subproductos, tratamiento de agua, generación de vapor, descarga de granos, almacenamiento de materia prima e insumos fue realizada por la “Inmobiliaria & Arquitectura Rubén Sinat”, basado en los costos de materiales, mano de obra, proyecto y dirección de la obra, utilizando datos aportados por el “COLEGIO PROFESIONAL DE ARQUITECTURA Y URBANISMO DE LA PROVINCIA DEL CHACO”, con determinación de honorarios profesionales con vigencia desde el 1 de diciembre 2021 al 28 de febrero 2022.

Este cálculo incluye construcción del cerco perimetral, instalaciones sanitarias, eléctricas, mampostería, contrapisos, azulejos, revoques, etc. Los precios en m² por tipo de construcción se encuentran en la tabla.

EDIFICIOS Y OBRAS CIVILES			
SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES	AREA REQ.
CASETA DE SEGURIDAD	CUBIERTA	2,7 m x 2,4 m	6,48 m ²
ESTACIONAMIENTO DEL PERSONAL	DESCUBIERTO	57 m x 11,7 m	676,6 m ²
EDIFICIO DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS	CUBIERTA	10,35 m x 15,2 m	157,3 m ²
COMEDOR	CUBIERTO	11,45 m x 10,85 m	113,4 m ²
ÁREA DE ESPERA DE CAMIONES + MANIOBRA + PESAJE	DESCUBIERTA	42 m x 47,6 m	2.000 m ²
ÁREA DE RECEPCIÓN DE GRANOS	CUBIERTA	20 m x 11 m	220 m ²
ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS	DESCUBIERTA	30 m x 8 m	240 m ²
ÁREA DE PRODUCCIÓN BIOETANOL	CUBIERTA 1	42 m x 15 m	630 m ²
	DESCUBIERTA	25 m x 7 m	175 m ²
	CUBIERTA 2	10 m x 22,29 m	222,9 m ²
SECTOR DE TRATAMIENTO DE WDGS	CUBIERTO	12,4 m x 9 m	111,15 m ²
SECTOR DE TRATAMIENTO DE CO ₂	CUBIERTO	9 m x 14,15 m	127,5 m ²
BAÑOS PRODUCCIÓN	CUBIERTO	4,7 m x 3 m	14,1 m ²
EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO DE INSUMOS	CUBIERTO	9 m x 14,15 m	127,5 m ²
TRATAMIENTO AGUA PARA GENERACIÓN DE VAPOR	CUBIERTA	9,75 m x 5 m	49,7 m ²
GENERACIÓN VAPOR	CUBIERTO	10 m x 6,2 m	62 m ²
EDIFICIO DE LABORATORIOS	CUBIERTO	9,85 m x 9 m	89 m ²

Tabla 116: dimensiones de las áreas de la planta

COSTO OBRA CIVIL, PROYECTO Y DIRECCIÓN				
OBRA CIVIL	ÁREA (m2)	ALTURA (m)	CONSTRUCCION [AR\$]	PROYECTO Y DIRECCION [AR\$]
GALPÓN PRODUCCIÓN 1	630	8	15.485.791	1.162.432
GALPÓN PRODUCCIÓN 2	223	5	5.481.478	411.111
BANOS	11	3	CONSIDERADO DENTRO DE GALPON	
GALPON ALMACENAMIENTO INSUMOS	128	5	2.089.353	188.042
GALPON TRATAMIENTO CO2	128	5	3.134.029	282.063
GALPON TRATAMIENTO WDGS	112	5	2.740.739	246.667
CASETA SEGURIDAD	6	3	414.798	37.332
COMEDOR	113	3	8.043.421	693.986
OFICINAS	157	3	9.666.327	755.069
LABORATORIO	100	3	9.821.027	818.419
ESTACIONAMIENTO PAVIMENTADO	678	-	7.401.781	649.072
CERCO PERIMETRAL	440	3	925.200	69.375
CARRIL CIRCULACIÓN PAVIMENTADO	828	-	9.039.342	677.951
GALPÓN DESCARGA DE GRANOS	220	6	456.967	456.967
TOTAL			74.700.252	6.448.484

Tabla 117: costos de obra civil, proyecto y dirección

Equipos: se presenta una lista de los equipos diseñados y seleccionados en el apartado de ingeniería y servicios auxiliares, necesarios para la puesta en marcha del proceso, realizando una distinción entre los equipos que pertenecen al proceso propiamente dicho, los equipos auxiliares y los de transporte.

El costo de los equipos es obtenido a partir de cotizaciones realizadas por los proveedores, recurriendo a los precios listados en sitios webs tales como MercadoLibre o Alibaba cuando no se haya podido obtener dicha cotización.

En las tablas a continuación, se observa las listas de los equipos junto con su marca, cantidad, precio unitario y costo total sin y con IVA incluido.

COSTO EQUIPOS PRINCIPALES							
CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT.	PRECIO UNITARIO [AR\$]	PRECIO TOTAL S/ IVA [AR\$]	PRECIO TOTAL C/ IVA [AR\$]
S1-S2-S3	SILOS ALMACENAMIENTO	Agrofy	Bacalini	3	1.650.000	4.950.000	5.989.500
M1	MOLINO	YUDA	SFSP65x90A	1	1.007.820	1.007.820	1.219.462
TM1-TM2-TM3	TANQUE MEZCLA	Prettech	Vertical	3	425.000	1.275.000	1.542.750
TF1-TF2-TF3-TF4	TANQUE FERMENTACION	Diseño propio		4	1.005.300	4.021.200	4.865.652
CF1	CENTRIFUGA	Flottweg	S4E-3	1	2.519.550	2.519.550	3.048.656
TP1-TP2	TANQUES PULMON	INOXIL	Vertical	2	403.728	807.456	977.022
TMM1-TMM2	TAMICES MOLECULARES	Diseño propio		2	30.000	60.000	72.600
IQ1	INTERCAMBIADOR DE CALOR	SECESPOL	HAD12.114.08.75	1	75.000	75.000	90.750
IQ2	INTERCAMBIADOR DE CALOR	SECESPOL	HAD12.114	1	84.500	84.500	102.245
CD1	COLUMNA DE DESTILACION	Diseño propio		1	806.256	806.256	975.570
CD2	COLUMNA DE RECTIFICACION	Diseño propio		1	1.451.261	1.451.261	1.756.026
IQ-C1	CONDENSADOR 1	Diseño propio		1	252.737	252.737	305.812
IQ-C2	CONDENSADOR 2	Diseño propio		1	252.737	252.737	305.812
IQ-R1	REHERVIDOR 1	Diseño propio		1	1.007.820	1.007.820	1.219.462
VR-1	VALVULA REDUCTORA	Spirax Sarco	DP27G	1	26.000	26.000	31.460
IQ-R2	REHERVIDOR 2	Diseño propio		1	1.007.820	1.007.820	1.219.462
TK-Et	TANQUE BIOETANOL	Gastaldi	Vertical	1	925.000	925.000	1.119.250
TOTAL						20.530.157	24.841.490

Tabla 118: costos de equipos principales

COSTO EQUIPOS AUXILIARES							
CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT.	PRECIO UNIT. [AR\$]	PRECIO TOTAL S/ IVA [AR\$]	PRECIO TOTAL C/ IVA [AR\$]
TK-1	TANQUE DE AGUA DE PRODUCCIÓN	ROTOR	Vertical	1	488.599	488.599	591.205
TK-2	TANQUE DE AGUA DE LIMPIEZA	ROTOR	Vertical	1	236.699	236.699	286.406
TK-3	TANQUE DE AGUA CONSUMO	ROTOR	Vertical	1	385.072	385.072	465.937
TK-4.1 TK4.2 TK-4.3 TK-4.4	TANQUE AGUA CONTRA INCENDIOS	EUROTANKWORKS	Vertical	3	150.000	450.000	544.500
TK-5	TANQUE AGUA DE REFRIGERACION	ROTOR	Vertical	1	488.599	488.599	591.205
ST-1	SECADERO ROTATORIO	Zhengzhou Technology	HG-600	1	2.142.500	2.142.500	2.592.425
CV-1	CALDERA	Bosch UNIVERSAL	UL-SX	1	5.500.000	5.500.000	6.655.000
TKC-1	TANQUE COMBUSTIBLE 1	Emiliana Serbator	Ge Tank	1	871.219	871.219	1.054.175
TKC-2	TANQUE COMBUSTIBLE 2	Emiliana Serbator	Tank Fuel	1	90.500	90.500	109.505
CM1 - CM2	COMPRESOR	INGERSOLL RAND	Cent. MSG TURBO 2000	2	805.013	1.610.026	1.948.131
TE	TORRE ENFRIAMIENTO	Frimont	TEV T15	1	268.227	268.227	324.555
CL	COLUMNA DE LAVADO	Diseño propio		1	80.668	80.668	97.608
IQ-CL1	LICUEFACTOR		Diseño propio	1	504.178	504.178	610.055
TK-6	TANQUE DE AGUA TRATAMIENTO	ROTOR	Vertical	1	236.699	236.699	286.406
TC1 - TC2	TANQUES CRIOGÉNICOS	Chengde	Vertical	2	2.117.547	4.235.094	5.124.464
TK-AcF	TANQUE ALMACENAMIENTO H3P04	PlastoQuímica	DCC-G-01500	1	340.000	340.000	411.400
TOTAL						17.928.080	21.692.977

Tabla 119: costos de equipos auxiliares

COSTO EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE FLUIDOS							
CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT.	PRECIO UNIT. [AR\$]	PRECIO TOTAL S/ IVA [AR\$]	PRECIO TOTAL C/ IVA [AR\$]
B1-B2-B3-B4-B5-B6	BOMBA CENTRIFUGAS	Drotec	NDQ 100-200	6	201.571	1.209.426	1.463.405
TOTAL						1.209.426	1.463.405

Tabla 120: costos de equipos de movimiento de fluidos

COSTO EQUIPOS DE TRANSPORTE DE SÓLIDOS							
CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT.	PRECIO UNIT. [AR\$]	PRECIO TOTAL S/ IVA [AR\$]	PRECIO TOTAL C/ IVA [AR\$]
TCH-1	Transp. de Cadenas Horizontal	AGROMAY	T57	1	47.645	47.645	57.650
TCH-2	Transp. de Cadenas Horizontal	AGROMAY	T57	1	338.808	338.808	409.957
TCH-3	Transp. de Cadenas Horizontal	AGROMAY	T44	1	46.586	46.586	56.369
TCH-4	Transp. de Cadenas Horizontal	AGROMAY	T44	1	46.586	46.586	56.369
TCH-5	Transp. de Cadenas Horizontal	AGROMAY	T44	1	46.586	46.586	56.369
TCH-6	Transp. de Cadenas Horizontal	AGROMAY	T44	1	381.159	381.159	461.202
TCH-7	Transp. de Cadenas Horizontal	AGROMAY	T44	1	42.351	42.351	51.245
TCH-8	Transp. de Cadenas Horizontal	AGROMAY	T44	1	79.408	79.408	96.084
TCH-9	Transp. de Cadenas Horizontal	AGROMAY	T44	1	211.755	211.755	256.223
ECV-1	Elevador de Cadenas Vertical	AGROMAY	T20	1	6.353	6.353	7.687
ECV-2	Elevador de Cadenas Vertical	AGROMAY	T20	1	19.852	19.852	24.021
ECG-1	Elevador de Cangilones	AGROMAY	T55	1	70.502	70.502	85.307
TOTAL						1.337.589	1.618.483

Tabla 121: costos de equipos auxiliares

Instalaciones industriales: se detallan los costos de las redes de cañerías instaladas, las cuales pertenecen al suministro de vapor y agua. El costo de la instalación se estima en un 15% del costo total de las cañerías, mientras que al costo de los accesorios se le asigna un 25% del mismo total. Los precios de algunas conducciones se encuentran vigentes en la página web del proveedor (Famiq). Otros fueron calculados mediante la ficha técnica del mismo proveedor. También se incluye los costos de la instalación eléctrica de la planta. En este caso, se encuentran vigente los precios en MercadoLibre. El costo de instalación se considera un 15% del total de los elementos.

COSTOS CONDUCCIONES										
PROCESO PRINCIPAL										
N°	LONG. (m)	Sch	DN (")	PRECIO UNITARIO (AR\$/m)	PRECIO TOTAL (AR\$)	PRECIO. INTAL. (AR\$)	PRECIO ACCES. (AR\$)	PRECIO TOT. S/IVA (AR\$)	PRECIO TOT. C/IVA (AR\$)	
P-1	55	5S	5,0	40.471,3	2.225.920,3	333.888,0	556.480,1	3.116.288,4	3.739.546,0	
P-2	35		5,0	40.471,3	1.416.494,7	212.474,2	354.123,7	1.983.092,6	2.379.711,1	
P-3	8		5,0	40.471,3	303.534,6	45.530,2	75.883,6	424.948,4	509.938,1	
P-4	21	40S	1,0	5.385,6	113.097,6	16.964,6	28.274,4	158.336,6	190.004,0	
P-5	21		1,0	9.972,0	209.412,0	31.411,8	52.353,0	293.176,8	351.812,2	
P-6	30		0,5	9.972,0	299.160,0	44.874,0	74.790,0	418.824,0	502.588,8	
P-7	6		0,5	9.972,0	59.832,0	8.974,8	14.958,0	83.764,8	100.517,8	
P-8	10		0,5	9.972,0	99.720,0	14.958,0	24.930,0	139.608,0	167.529,6	
P-9	4		0,5	9.972,0	34.902,0	5.235,3	8.725,5	48.862,8	58.635,4	
P-10	11		0,5	9.972,0	109.692,0	16.453,8	27.423,0	153.568,8	184.282,6	
SERVICIOS AUXILIARES										
C1	34	5S	0,5	3.487,7	118.581,1	17.787,2	29.645,3	166.013,6	199.216,3	
C2	42		14,5	177.827,1	7.468.736,2	1.120.310,4	1.867.184,1	10.456.230,7	12.547.476,8	
C3	44		0,5	3.487,7	153.457,9	23.018,7	38.364,5	214.841,1	257.809,3	
C4	25		1,0	5.385,6	134.640,0	20.196,0	33.660,0	188.496,0	226.195,2	
C5	37		0,5	3.487,7	129.044,2	19.356,6	32.261,0	180.661,8	216.794,2	
C6	63		1,5	8.119,8	511.545,0	76.731,8	127.886,3	716.163,1	859.395,7	
C7	37		20,0	253.795,7	9.390.441,7	1.408.566,3	2.347.610,4	13.146.618,4	15.775.942,1	
C8	31		0,5	3.487,7	108.118,1	16.217,7	27.029,5	151.365,3	181.638,4	
C9	40		0,5	3.487,7	139.507,2	20.926,1	34.876,8	195.310,1	234.372,1	
C10	21		0,5	3.487,7	73.241,3	10.986,2	18.310,3	102.537,8	123.045,4	
C11	40		0,5	3.487,7	139.507,2	20.926,1	34.876,8	195.310,1	234.372,1	
C12	66		1,5	8.119,8	535.904,3	80.385,6	133.976,1	750.266,1	900.319,3	
C13	2		20,0	253.795,7	380.693,6	57.104,0	95.173,4	532.971,0	639.565,2	
C14	8		1,0	5.385,6	44.161,9	6.624,3	11.040,5	61.826,7	74.192,0	
C15	5		1,0	5.385,6	26.928,0	4.039,2	6.732,0	37.699,2	45.239,0	
C16	5		1,0	5.385,6	26.928,0	4.039,2	6.732,0	37.699,2	45.239,0	
C17	3		1,0	5.385,6	16.156,8	2.423,5	4.039,2	22.619,5	27.143,4	
C18	17		1,0	5.385,6	91.555,2	13.733,3	22.888,8	128.177,3	153.812,7	
C19	30		0,3	2.125,6	63.767,8	9.565,2	15.941,9	89.274,9	107.129,9	
C20	47		0,3	3.683,5	173.125,4	25.988,8	43.281,4	242.375,6	290.850,7	
C21	52		0,3	3.683,5	191.543,0	28.731,5	47.885,8	268.160,3	321.792,3	
C22	51		0,3	3.683,5	187.859,5	28.178,9	46.964,9	263.003,3	315.604,0	
C23	55		0,3	3.683,5	202.593,6	30.389,0	50.648,4	283.631,0	340.357,2	
C24	24		80S	0,5	6.713,3	161.118,7	24.167,8	40.279,7	225.566,2	270.679,4
C25	28			0,5	6.713,3	187.971,8	28.195,8	46.993,0	263.160,6	315.792,7
C26	30			0,3	3.683,5	110.505,6	16.575,8	27.626,4	154.707,8	185.649,4
C27	34			0,3	3.683,5	125.239,7	18.786,0	31.309,9	175.335,6	210.402,7
C28	65			0,3	3.683,5	239.428,8	35.914,3	59.857,2	335.200,3	402.240,4
C29	69			0,3	3.683,5	254.162,9	38.124,4	63.540,7	355.828,0	426.993,6
TOTAL								36.761.521,7	44.113.826	

Tabla 122: costos de conducciones

COSTO INSTALACION ELECTRICA				
CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/IVA [AR\$]	PRECIO UNITARIO C/IVA [AR\$]	PRECIO TOTAL C/IVA [AR\$]
ACOMETIDA COMPLETA	1	23.172	27.806	27.806
TABLERO	5	16.000	19.200	96.000
TOTAL				142.377

Tabla 123: costos de instalación eléctrica

Muebles y útiles: en este apartado se incluyen utilitarios de oficina y elementos necesarios para baños, sala de reuniones, laboratorio y comedor. Los precios se encuentran vigentes en Mercado Libre.

COSTOS MUEBLES Y ÚTILES					
SECTOR	UTILITARIO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/IVA [AR\$]	PRECIO UNITARIO C/IVA [AR\$]	PRECIO TOTAL C/IVA [AR\$]
OFICINAS	Escritorio	10	7.999	9.999	99.990
	Computadora	10	72.000	90.000	900.000
	Impresora	5	16.400	20.500	102.500
	Sillas	12	6.000	7.500	90.000
	Sillón	2	32.000	40.000	80.000
	Armario	2	15.200	19.000	38.000
	Mesa c/8 sillas	1	52.000	65.000	65.000
	Inodoros	4	13.308	16.635	66.540
	Bachas	2	9.600	12.000	24.000
	Heladera	1	44.960	56.200	56.200
	Cocina	1	21.600	27.000	27.000
	Cafetera	2	6.000	7.500	15.000
	Bacha c/bajo mesada	1	16.000	20.000	20.000
	Alacena	2	6.720	8.400	16.800
	Mesada c/bajo mesada	2	18.400	23.000	46.000
COMEDOR	Mesa c/4 sillas	6	29.600	37.000	222.000
	Bachas	2	9.600	12.000	24.000
	Heladera	2	60.000	75.000	150.000
	Cocina	2	33.600	42.000	84.000
	Cafetera	3	6.000	7.500	22.500
	Alacena	4	18.400	23.000	92.000
	Inodoros	4	9.600	12.000	48.000
	Bachas	2	9.600	12.000	24.000
LABORATORIO	Mesada	2	17.600	22.000	44.000
	Bacha c/bajo mesada	2	16.000	20.000	40.000
	Estantes	3	4.800	6.000	18.000
	Mesa trabajo	2	20.000	25.000	50.000
	Sillas	8	5.200	6.500	52.000
	Escritorio c/3 sillas	1	13.600	17.000	17.000
	Inodoros	2	9.600	12.000	24.000
	Bacha	1	9.600	12.000	12.000
TOTAL					2.558.530

Tabla 124: costos de muebles y útiles

Luminarias: Se incluyen los costos de los equipos de iluminación y su instalación. El costo se estima a partir de catálogos de luminarias de industria nacional (Electromisiones y MercadoLibre)

COSTO LUMINARIAS					
MODELO	FLUJO LUMINOSO (lm)	POTENCIA (W)	N° REQ.	PRECIO UNITARIO C/IVA (AR\$)	PRECIO TOTAL (AR\$)
AERO	12.000	120	40	13.011	520.440
ASTRO	6.000	40	75	6.081	456.075
FLAT	2.880	36	45	2.525	113.625
PAEL-600-CW	60.000	600	8	85.900	687.200
VENUS	26.000	200	90	25.075	2.256.750
TOTAL					4.034.090

Tabla 125: costos de luminarias

7.1.2 - INVERSIONES EN CARGOS DIFERIDOS:

Los cargos diferidos son los gastos en los que se incurre para la realización del proyecto y hasta que la operación entra en régimen. Estos cargos se asimilan a activos fijos y se amortizan con el mismo criterio.

Se enumera a continuación los cargos diferidos relevantes en la etapa inicial de la empresa:

- Gastos de administración e ingeniería (se calcula como el 2% de los activos fijos)
- Investigación y estudios (el 3% de los activos fijos)
- Imprevistos (un 2% de los activos fijos)
- La organización de la empresa (1% de los activos fijos)

INVERSIÓN TOTAL EN CARGOS DIFERIDOS			
CONCEPTO	% DE ACTIVOS FIJOS	COSTO AÑO 0 (AR\$)	COSTO AÑO 1 (AR\$)
GASTOS DE ADM. E ING.	2%	45.448,78	
INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS	3%	68.173,17	
IMPREVISTOS	2%	45.448,78	
ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	1%	22.724,39	
GASTOS DE PUESTA EN MARCHA		0	9.470.133,50
INTERESES PREOPERATIVOS		16.998.221,81	
TOTAL		17.180.016,94	9.470.133,50

Tabla 126: inversiones total en cargos diferidos

7.1.3 - INVERSIONES EN ACTIVOS DE TRABAJO:

La inversión en cada año es el incremento del valor de estos activos y se calculan teniendo presente los stocks de materias primas, insumos, producto terminado, materiales y también la disponibilidad de cajas y bancos. El criterio para calcular que se tiene en cuenta es la necesidad de dinero circulante disponible por la empresa para afrontar los gastos de producción y venta del producto equivalente a 45 días, ya que se otorgará un crédito a los clientes de 30 días.

INVERSIÓN TOTAL EN ACTIVOS DE TRABAJO											
RUBRO	AÑO 0 (AR\$)	AÑO 1 (AR\$)	AÑO 2 (AR\$)	AÑO 3 (AR\$)	AÑO 4 (AR\$)	AÑO 5 (AR\$)	AÑO 6 (AR\$)	AÑO 7 (AR\$)	AÑO 8 (AR\$)	AÑO 9 (AR\$)	AÑO 10 (AR\$)
STOCK PRODUCTO TERMINADO	0	10.393.437	10.653.273	10.919.605	11.465.585	12.325.504	13.249.916	14.574.908	16.105.273	18.118.433	20.836.197
STOCK MP INSUMOS	551.476	434.184	566.967	581.141	610.198	655.963	705.160	775.677	857.123	964.263	1.108.902
STOCK EPP	608.493	608.493	608.493	608.493	760.056	760.056	760.056	760.056	911.620	911.620	911.620
DISP. DE CAJAS Y BANCOS	0	15.834.175	16.142.548	16.466.340	16.806.322	17.163.303	17.538.133	17.931.704	18.344.954	18.778.867	19.234.475
TOTAL DE ACT. DE TRABAJO	1.159.969	27.270.288	27.971.281	28.575.579	29.642.161	30.904.826	32.253.266	34.042.345	36.218.970	38.773.182	42.091.194
INCREMENTO DE ACT. DE TRABAJO	1.159.969	26.110.319	700.992	604.298	1.066.582	1.262.665	1.348.440	1.789.079	2.176.625	2.554.212	3.318.012

Tabla 127: inversiones en activos de trabajo

7.2 - PLANILLA DE INVERSIONES:

Se detalla en la siguiente planilla las inversiones totales realizadas para el funcionamiento de la planta, teniendo en cuenta todos los años dentro del período de análisis.

PLANILLA DE INVERSIONES												
	ANO 0 (AR\$)	ANO 1 (AR\$)	ANO 2 (AR\$)	ANO 3 (AR\$)	ANO 4 (AR\$)	ANO 5 (AR\$)	ANO 6 (AR\$)	ANO 7 (AR\$)	ANO 8 (AR\$)	ANO 9 (AR\$)	ANO 10 (AR\$)	TOTAL PERIODO ANALISIS (AR\$)
RUBRO												
TERRENO	38.025.000,00											38.025.000,00
OBRA CIVILES	81.148.736,06											81.148.736,06
EQUIPOS	41.005.251,91											41.005.251,91
LUMINARIAS	4.034.090,00											4.034.090,00
INSTALACIONES INDUSTRIALES	44.256.203,41											44.256.203,41
MUEBLES Y UTILES	2.558.530,00											2.558.530,00
SUBTOTAL BIENES DE USO	211.027.811,37											211.027.811,37
RUBRO												
GASTOS ADM. E ING.	45.448,78											45.448,78
INVESTIGACION Y ESTUDIOS	68.173,17											68.173,17
IMPREVISTOS	45.448,78											45.448,78
ORGANIZACION DE LA EMPRESA	22.724,39											22.724,39
GASTOS DE PUESTA EN MARCHA	9.470.133,50											9.470.133,50
INTERESES PREOPERATIVOS	16.998.221,81											16.998.221,81
SUBTOTAL CARGOS DIFERIDOS	17.180.016,94	9.470.133,50										26.650.150,44
IVA SOBRE A.F. Y CARGOS DIF.	45.641.565,66	1.894.026,70										47.535.592,36
TOTAL ACTIVOS FIJOS	273.849.393,97	11.364.160,20										285.213.554,17
INC. ACTIVOS DE TRABAJO	1.159.969,00	26.110.319,42	700.992,44	604.298,17	1.066.582,33	1.262.664,61	1.348.439,93	1.789.079,10	2.176.624,62	2.554.211,98	3.318.012,43	42.091.194,03
TOTAL	275.009.362,97	37.474.479,61	700.992,44	604.298,17	1.066.582,33	1.262.664,61	1.348.439,93	1.789.079,10	2.176.624,62	2.554.211,98	3.318.012,43	327.304.748,20

Tabla 128: planilla de inversiones

7.3 - AMORTIZACIONES:

En la siguiente planilla se contabiliza la depresión que sufren los inmuebles, bienes, equipos, muebles y útiles por el uso y/o paso del tiempo. Y el valor residual que aún tienen los bienes luego de la amortización, resulta de la diferencia entre la inversión inicial y los años de amortización dentro del período de análisis

RUBRO	INVERSIÓN INICIAL (ARS)	AMORTIZACIÓN (AÑOS)	EVOLUCIÓN DE AMORTIZACIONES						
			AÑO 1 (ARS)	AÑO 2 (ARS)	AÑO 3 (ARS)	AÑO 4 (ARS)	AÑO 5 (ARS)	AÑO 6 (ARS)	
TERRENO	45.630.000	-	-	-	-	-	-	-	-
OBRAS CIVILES	81.148.736	30	2.704.958	2.704.958	2.704.958	2.704.958	2.704.958	2.704.958	2.704.958
INSTALACIONES INDUSTRIALES	44.256.203	10	4.425.620	4.425.620	4.425.620	4.425.620	4.425.620	4.425.620	4.425.620
EQUIPOS	41.005.252	10	4.100.525	4.100.525	4.100.525	4.100.525	4.100.525	4.100.525	4.100.525
MUEBLES Y ÚTILES	2.558.530	5	511.706	511.706	511.706	511.706	511.706	511.706	511.706
CARGOS DIFERIDOS	2.558.530	3	852.843	852.843	852.843				
TOTAL			12.595.653	12.595.653	12.595.653	11.742.809		11.742.809	7.130.578

RUBRO	INVERSIÓN INICIAL (ARS)	AMORTIZACIÓN (AÑOS)	EVOLUCIÓN DE AMORTIZACIONES				VALOR RESIDUAL (ARS)
			AÑO 7 (ARS)	AÑO 8 (ARS)	AÑO 9 (ARS)	AÑO 10 (ARS)	
TERRENO	45.630.000	-	-	-	-	-	45.630.000
OBRAS CIVILES	81.148.736	30	2.704.958	2.704.958	2.704.958	2.704.958	27.049.579
INSTALACIONES INDUSTRIALES	44.256.203	10	4.425.620	4.425.620	4.425.620	4.425.620	-
EQUIPOS	41.005.252	10					-
MUEBLES Y ÚTILES	2.558.530	5					-
CARGOS DIFERIDOS	2.558.530	3					-
TOTAL			7.130.578	7.130.578	7.130.578	7.130.578	72.679.579

Tabla 129: planilla de amortizaciones

7.4 - CRONOGRAMA DE INVERSIONES:

Se presentan en el siguiente diagrama los tiempos estimados para las etapas previas a la puesta en marcha de la planta.

CRONOGRAMA DE INVERSIONES												
ACTIVIDAD	MES -12	MES -11	MES -10	MES -9	MES -8	MES -7	MES -6	MES -5	MES -4	MES -3	MES -2	MES -1
OBRAS CIVILES	COMPRA MAT. CONST.	(x)										
	EDIFICACIÓN		(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)				
EQUIPAMIENTO	COMPRA EQUIPOS				(x)	(x)	(x)					
	INSTALACIÓN DE EQUIPOS						(x)	(x)				
	COMPRA UT. OFICINA							(x)	(x)			
PUESTA EN MARCHA	COMPRA MAT. PRIMA									(x)	(x)	
	PRUEBAS Y PUESTA MARCHA										(x)	(x)

Tabla 130: cronograma de inversiones

CUADRO DE INVERSIONES												
RUBRO	AÑO 0 (AR\$)	AÑO 1 (AR\$)	AÑO 2 (AR\$)	AÑO 3 (AR\$)	AÑO 4 (AR\$)	AÑO 5 (AR\$)	AÑO 6 (AR\$)	AÑO 7 (AR\$)	AÑO 8 (AR\$)	AÑO 9 (AR\$)	AÑO 10 (AR\$)	TOTAL PERIODO ANÁLISIS (AR\$)
TOTAL ACTIVOS FIJOS	273.849.394	11.384.160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285.213.554
INC. ACTIVOS DE TRABAJO	1.159.969	26.110.319	700.992	604.298	1.066.582	1.262.665	1.348.440	1.789.079	2.176.625	2.554.212	3.318.012	42.091.194
TOTAL	275.009.363	37.474.480	700.992	604.298	1.066.582	1.262.665	1.348.440	1.789.079	2.176.625	2.554.212	3.318.012	52.295.395

Tabla 131: calendario de inversiones

CAPÍTULO 8: FINANCIAMIENTO

8 - FINANCIAMIENTO:

8.1 - FUENTES DE FINANCIAMIENTO:

Los fondos necesarios para financiar las inversiones calculadas en el período de análisis provienen del capital propio y de créditos bancarios de inversión. El aporte proveniente del capital propio corresponde al 69% de la inversión total, mientras que el proveniente del crédito es de un 31%.

8.1.1 - CRÉDITO DE LA INVERSIÓN:

El capital externo es obtenido a partir de un crédito del Banco Mundial, que es una fuente de asistencia financiera y técnica, conformado a su vez por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), la Asociación Internacional de Fomento (AIF), la Corporación Financiera Internacional (CFII), el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (IGA) y el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones (CIADI), el cual realiza operaciones de préstamo en actividades relevantes para la bioeconomía en los ámbitos de políticas económicas, gestión del ambiente y los recursos naturales. Más específicamente, en el sector energético, financiando proyectos en los ámbitos de bioenergía generada de biomasa sólida, biogás y biocombustibles líquidos, siendo este último en el cual se encuadra el presente proyecto.

El monto del crédito es de \$ 164.645.782,25. El plazo para saldar dicha deuda es de 9 años, con una tasa nominal anual del 20% bajo sistema de amortización alemán, contando con un período de gracia de 24 meses.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO		
CONCEPTO	MONTO	PORCENTAJE (%)
CAPITAL PROPIO	190.018.254	69%
CAPITAL BANCARIO	84.991.109	31%
TOTAL	275.009.363	100%

Tabla 132: fuentes de financiamiento

8.2 - PLANILLA DE FINANCIAMIENTO:

COSTOS DE FINANCIAMIENTO				
RUBRO	CAPITAL PROPIO [AR\$]	CAPITAL BANCARIO [AR\$]	TASA DE INTERÉS [%]	TOTAL [\$]
INV. EN ACTIVOS DE TRABAJO	60%	40%		
TERRENO	22.815.000	15.210.000	20%	38.025.000
OBRAS CIVILES	48.689.242	32.459.494		81.148.736
EQUIPOS	24.603.151	16.402.101		41.005.252
LUMINARIAS	2.420.454	1.613.636		4.034.090
INSTALACIONES INDUSTRIALES	26.553.722	17.702.481		44.256.203
MUEBLES Y ÚTILES	1.535.118	1.023.412		2.558.530
SUBTOTAL ACTIVOS FIJOS	126.616.687	84.411.125		211.027.811
INV. EN CARGOS DIFERIDOS	100%	0%		
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN E INGENIERÍA	45.449	0	0%	45.449
INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS	68.173	0		68.173
IMPREVISTOS	45.449	0		45.449
ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	22.724	0		22.724
INTERESES PREOPERATIVOS	16.998.222	0		16.998.222
SUBTOTAL CARGOS DIFERIDOS	17.180.017	0		17.180.017
IVA SOBR A.F. Y CARGOS DIF.	45.641.566	0		45.641.566
INV. EN ACTIVOS DE TRABAJO	50%	50%		
STOCK DE INSUMOS	275.738	275.738	20%	551.476
STOCK DE EPP	304.247	304.247		608.493
SUBTOTAL ACTIVOS DE TRABAJO	579.984	579.984		1.159.969
TOTAL	190.018.254	84.991.109		275.009.363

Tabla 133: costos de financiamiento

8.3 - PLANILLAS DE SERVICIO DE DEUDA:

PLANILLA DE SERVICIOS DE LA DEUDA					
PRÉSTAMO [AR\$]	84.991.109				
TNA (%)	20				
AÑO	DEUDA INICIAL [AR\$]	AMORTIZACIONES DE CAPITAL [AR\$]	INTERES [AR\$]	CUOTA [AR\$]	DEUDA FINAL [AR\$]
0	84.991.109	0	16.998.222	0	84.991.109
1	84.991.109	8.499.111	16.998.222	0	76.491.998
2	76.491.998	8.499.111	15.298.400	23.797.511	67.992.887
3	67.992.887	8.499.111	13.598.577	22.097.688	59.493.776
4	59.493.776	8.499.111	11.898.755	20.397.866	50.994.665
5	50.994.665	8.499.111	10.198.933	18.698.044	42.495.555
6	42.495.555	8.499.111	8.499.111	16.998.222	33.996.444
7	33.996.444	8.499.111	6.799.289	15.298.400	25.497.333
8	25.497.333	8.499.111	5.099.467	13.598.577	16.998.222
9	16.998.222	8.499.111	3.399.644	11.898.755	8.499.111
10	8.499.111	8.499.111	1.699.822	10.198.933	0

Tabla 134: servicios de deuda

CAPÍTULO 9: RESULTADOS

9 - RESULTADOS:

9.1 - DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO:

El punto de equilibrio es el nivel de producción a partir del cual la rentabilidad del proyecto es positiva, por lo cual es necesario operar por encima del mismo para obtener beneficios.

El punto de equilibrio se expresa porcentualmente a partir de la siguiente expresión:

$$PE [\%] = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Ventas} - \text{Costos variables}} \cdot 100$$

Adicionalmente, se calcula el nivel de conclusiones expresado en toneladas correspondientes a cada punto de equilibrio porcentual mediante la siguiente expresión:

$$PE [U] = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Ventas por unidad} - \text{Costos variables por unidad}} \cdot 100$$

Se observa que el punto de equilibrio es negativo y decreciente, indicando que no existe rentabilidad durante los 10 primeros años que abarca el periodo de análisis de este proyecto.

PUNTO DE EQUILIBRIO							
AÑO	COSTOS FIJOS (AR\$)	COSTOS VARIABLES (AR\$)	COSTOS TOTALES (AR\$)	VENTAS (tn/año)	VENTAS (AR\$/año)	PE (%)	PE (tn)
1	36.561.978,6	161.821.657,5	198.383.636,2	2.507,8	112.452.156,8	-74,1	-1.857,2
2	36.561.978,6	163.629.336,7	200.191.315,3	2.570,5	115.263.460,7	-75,6	-1.943,1
3	36.561.978,6	165.596.636,2	202.158.614,8	2.634,7	118.145.047,2	-77,1	-2.030,1
4	36.561.978,6	167.670.917,8	204.232.896,4	2.766,5	124.052.299,6	-83,8	-2.318,9
5	36.561.978,6	171.387.536,7	207.949.515,4	2.974,0	133.356.222,0	-96,1	-2.859,1
6	36.561.978,6	170.676.519,5	207.238.498,1	3.197,0	143.357.938,7	-133,8	-4.278,7
7	36.561.978,6	175.862.508,8	212.424.487,4	3.516,7	157.693.732,5	-201,2	-7.076,9
8	36.561.978,6	181.886.321,8	218.448.300,4	3.886,0	174.251.574,5	-478,9	-18.609,5
9	36.561.978,6	189.117.756,2	225.679.734,8	4.371,7	196.033.021,3	528,7	23.113,9
10	36.561.978,6	198.260.530,5	234.822.509,1	5.027,5	225.437.974,4	134,5	6.763,5

Tabla 135: punto de equilibrio

Se observa que el punto de equilibrio del primer año es del -74%, y que luego disminuye debido al aumento de los costos de producción al aumentar el volumen de la misma, pero sigue dando un margen negativo, ya que, si bien las ventas aumentan, no alcanzan a suplir totalmente los costos productivos, salvo los últimos dos años del periodo de análisis. En estos últimos dos años las ventas equilibran los costos variables generados en dichos años, pero no contrarrestan los gastos totales.

9.2 - CUADRO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS:

Se presentan los flujos estimados de fondos para evaluar los requerimientos que puedan surgir del mismo. Se analiza año a año, por un lado, los fondos internos y externos de la empresa con los cuales ella se ha de financiar, y, por otro lado, el empleo que se prevé para estos mismos recursos financieros.

CONCEPTO	FUENTES										
	AÑO 0 (AR\$)	AÑO 1 (AR\$)	AÑO 2 (AR\$)	AÑO 3 (AR\$)	AÑO 4 (AR\$)	AÑO 5 (AR\$)	AÑO 6 (AR\$)	AÑO 7 (AR\$)	AÑO 8 (AR\$)	AÑO 9 (AR\$)	AÑO 10 (AR\$)
SALDO EJERCICIO ANTERIOR	-	-	81.834.938	162.666.250	242.583.276	319.520.175	390.869.769	456.118.862	512.218.149	557.783.408	588.798.654
APORTES DE CAPITAL PROPIO	190.018.254	37.474.480	700.992	604.298	1.066.582	1.282.665	1.348.440	1.789.079	2.176.625	2.554.212	3.318.012
CRÉDITOS NO RENOVABLES	84.991.109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VENTAS	-	112.452.157	115.263.461	118.145.047	124.052.300	133.356.222	143.357.939	157.693.733	174.251.574	196.033.021	225.437.974
REINTEGRO IVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBTOTAL DE FUENTES	275.009.363	149.926.636	34.129.516	43.916.905	117.464.394	184.901.288	246.163.391	296.636.050	335.789.950	359.196.175	360.042.667
USOS											
INCREMENTO ACTIVO FLUJO	273.849.394	11.364.160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INCREMENTO ACTIVO TRABAJO	1.159.969	26.110.319	700.992	604.298	1.066.582	1.282.665	1.348.440	1.789.079	2.176.625	2.554.212	3.318.012
COSTO TOTAL DE LO VENDIDO	-	198.383.636	200.191.315	202.158.615	204.232.886	207.949.515	207.238.488	212.424.487	218.448.300	225.679.735	234.822.509
IMPUESTO A LA GANANCIAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CANCELACION DE DEUDAS	-	8.499.111	8.499.111	8.499.111	8.499.111	8.499.111	8.499.111	8.499.111	8.499.111	8.499.111	8.499.111
SUBTOTAL DE USOS	275.009.363	244.357.227	209.391.419	211.262.024	213.798.590	217.711.291	217.086.049	222.712.677	229.124.036	236.733.058	246.639.632
TOTAL DE FUENTES Y USOS	-	94.430.590	175.261.903	255.178.929	331.252.984	402.612.579	463.249.440	519.348.727	564.913.986	595.929.232	606.682.300
AMORTIZACIONES TOTALES	-	12.595.653	12.595.653	12.595.653	11.742.809	11.742.809	7.130.578	7.130.578	7.130.578	7.130.578	7.130.578
SALDO EJERCICIO SIGUIENTE	-	81.834.938	162.666.250	242.583.276	319.520.175	390.869.769	456.118.862	512.218.149	557.783.408	588.798.654	599.551.721
SALDO PROPIO DEL EJERCICIO	-	81.834.938	80.831.313	161.751.963	157.768.211	233.101.558	223.017.303	289.200.846	268.582.562	320.216.092	279.335.629

Tabla 136: fuentes y usos

Se aprecia que el total de fuentes y usos queda negativo durante todos los años de actividad que abarcan el periodo de análisis.

9.3 - CUADRO DE RESULTADOS PROYECTADAS:

Se determinan las utilidades de cada ejercicio.

CONCEPTO	RESULTADOS PROYECTADOS									
	AÑO 1 (AR\$)	AÑO 2 (AR\$)	AÑO 3 (AR\$)	AÑO 4 (AR\$)	AÑO 5 (AR\$)	AÑO 6 (AR\$)	AÑO 7 (AR\$)	AÑO 8 (AR\$)	AÑO 9 (AR\$)	AÑO 10 (AR\$)
VENTAS	112.462.157	115.263.461	118.145.047	124.062.300	133.366.222	143.357.939	157.693.733	174.251.574	196.033.021	225.437.974
GASTOS DE FABRICACIÓN	198.383.636	200.191.315	202.158.615	204.232.896	207.949.515	207.238.498	212.424.487	218.448.300	225.679.735	234.822.509
GASTOS DE PUESTA EN MARCHA	9.470.133	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GASTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN	198.383.636	200.191.315	202.158.615	204.232.896	207.949.515	207.238.498	212.424.487	218.448.300	225.679.735	234.822.509
INCREMENTO DE STOCK ELABORADO	10.393.437	10.653.273	10.919.605	11.465.585	12.325.504	13.249.916	14.574.908	16.105.273	18.118.433	20.836.197
COSTO DE PRODUCCIÓN DE LO VENDIDO	187.990.199	189.538.043	191.239.010	192.767.312	195.624.012	193.988.582	197.849.579	202.343.027	207.561.302	213.986.312
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550	14.141.550
GASTO FINANCIERO	16.998.222	15.298.400	13.598.577	11.898.755	10.198.933	8.499.111	6.799.289	5.099.467	3.399.644	1.699.822
COSTO TOTAL DE LO VENDIDO	219.129.971	218.977.992	218.979.138	218.807.617	219.964.495	216.629.242	218.790.418	221.584.043	225.102.496	229.827.694
RESULTADO	- 106.677.814	- 103.714.531	- 100.834.090	- 94.755.317	- 86.608.273	- 73.271.304	- 61.096.685	- 47.332.469	- 29.069.475	- 4.389.709
IMPUESTOS A LAS GANANCIAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RESULTADOS DESPUES DE LOS IMPUESTOS	- 106.677.814	- 103.714.531	- 100.834.090	- 94.755.317	- 86.608.273	- 73.271.304	- 61.096.685	- 47.332.469	- 29.069.475	- 4.389.709

Tabla 137: resultados proyectados

9.4 - CÁLCULO DE LA T.I.R. DEL PROYECTO:

9.4.1 - VALOR ACTUAL NETO:

Permite conocer el valor del beneficio neto del proyecto (en todo el período de análisis) considerando el costo del dinero igual a 0.

CÁLCULO DEL VAN TOTAL										
AÑO	INVERSIÓN EN A.F. (AR\$)	INVERSIÓN EN A.T. (AR\$)	IMPUESTOS A LAS GANANCIAS (AR\$)	TOTAL EGRESOS (AR\$)	UTILIDADES ANTE IMPUESTOS (AR\$)	AMORTIZACIONES (AR\$)	INTERESES FINANCIEROS (AR\$)	TOTAL INGRESOS (AR\$)	DIFERENCIA (AR\$)	DIFERENCIA ACUMULADA (AR\$)
0	273.849.394	1.159.969	-	275.009.363	-	-	16.998.222	16.998.222	- 258.011.141	- 258.011.141
1	26.110.319	26.110.319	-	52.220.639	106.677.814	12.595.653	16.998.222	77.083.940	- 129.304.579	- 387.315.720
2	-	700.992	-	700.992	103.714.531	12.595.653	15.298.400	75.820.479	- 76.521.471	- 463.837.191
3	-	604.298	-	604.298	100.834.090	12.595.653	13.598.577	74.639.860	- 75.244.158	- 539.081.350
4	-	1.066.582	-	1.066.582	94.755.317	11.742.809	11.898.755	71.113.753	- 72.180.335	- 611.261.684
5	-	1.262.665	-	1.262.665	86.608.273	11.742.809	10.198.933	64.666.530	- 65.929.195	- 677.190.879
6	-	1.348.440	-	1.348.440	73.271.304	7.130.578	8.499.111	57.641.615	- 58.990.055	- 736.180.934
7	-	1.789.079	-	1.789.079	61.096.685	7.130.578	6.799.289	47.166.819	- 48.955.898	- 785.136.832
8	-	2.176.625	-	2.176.625	47.332.469	7.130.578	5.099.467	35.102.424	- 37.279.049	- 822.415.880
9	-	2.554.212	-	2.554.212	29.069.475	7.130.578	3.399.644	18.539.253	- 21.093.465	- 843.509.345
10	- 72.679.579	- 3.318.012	-	- 75.997.591	- 4.389.709	7.130.578	1.699.822	4.440.691	80.438.282	- 763.071.063

RESUMEN VAN TOTAL	
TIEMPO DE RETORNO (AÑOS)	No aplica
TASA RENTABILIDAD (AR\$)	No aplica
VAN (AR\$)	- 763.071.063

Tabla 138: VAN total

El VAN es negativo, por lo que el proyecto no resulta rentable en las condiciones en las que está planteado. No existe rentabilidad durante el periodo de análisis, por lo que, durante este, no cuenta con un tiempo de retorno de la inversión.

9.4.2 - TASA INTERNA DE RETORNO:

Este cálculo permite obtener la máxima tasa a la que tendría que colocarse la totalidad de las inversiones para obtener los mismos beneficios que el proyecto. Este se obtiene al igualar el VAN a cero, pero en este caso, el flujo de caja a tasa cero durante el periodo de análisis siempre es negativo. Esto como se mencionó anteriormente, se debe a que los costos de producción son menores que los ingresos generados por ventas, y, aunque año a año los costos de producción disminuyen al aumentar el volumen de la misma, las ventas no son suficientes para suplir los costos de producción, por lo cual no puede determinarse una tasa interna de retorno durante el periodo de análisis.

CÁLCULO DEL TIR				
AÑO	SALDO A TASA 0 (AR\$)	COEFICIENTE	SALDO PROPIO (AR\$)	SALDO ACUMULADO (AR\$)
0	- 258.011.141	1	- 258.011.141	- 258.011.141
1	- 129.304.579	1	- 102.459.524	- 360.470.665
2	- 76.521.471	0	- 30.317.386	- 390.788.051
3	- 75.244.158	0	- 14.905.661	- 405.693.712
4	- 72.180.335	0	- 7.149.363	- 412.843.074
5	- 65.929.195	0	- 3.265.098	- 416.108.172
6	- 58.990.055	0	- 1.460.721	- 417.568.893
7	- 48.955.898	0	- 606.127	- 418.175.020
8	- 37.279.049	0	- 230.777	- 418.405.798
9	- 21.093.465	0	- 65.290	- 418.471.088
10	- 80.438.282	0	- 124.489	- 418.346.598

TIR	No aplica
-----	-----------

Tabla 139: TIR

9.5 - CÁLCULO DE LA T.I.R. SOBRE CAPITAL PROPIO:

9.5.1 - VALOR ACTUAL NETO SOBRE CAPITAL PROPIO:

Se calcula teniendo en cuenta únicamente los aportes de capital propio. Al igual que el VAN total, el VAN propio es negativo, indicando nuevamente que el proyecto no resulta rentable en las condiciones en que está planteado. No existe rentabilidad durante el periodo de análisis, por lo que no cuenta con un tiempo de retorno de la inversión del capital propio.

CÁLCULO DEL VAN PROPIO						
AÑO	INVERSIÓN CAPITAL PROPIO (AR\$)	SALDO PROPIO FUENTES Y USOS (AR\$)	DIVIDENDOS PAGADOS (AR\$)	INGRESOS TOTALES (AR\$)	SALDO DEL PERIODO (AR\$)	SALDO ACUMULADO (AR\$)
0	275.009.363	-	-	-	- 275.009.363	- 275.009.363
1	52.220.639	- 81.834.938	-	- 81.834.938	- 134.055.576	- 409.064.939
2	700.992	- 80.831.313	-	- 80.831.313	- 81.532.305	- 490.597.245
3	604.298	- 161.751.963	-	- 161.751.963	- 162.356.262	- 652.953.506
4	1.066.582	- 157.768.211	-	- 157.768.211	- 158.834.794	- 811.788.300
5	1.262.665	- 233.101.558	-	- 233.101.558	- 234.364.223	- 1.046.152.523
6	1.348.440	- 223.017.303	-	- 223.017.303	- 224.365.743	- 1.270.518.266
7	1.789.079	- 289.200.846	-	- 289.200.846	- 290.989.925	- 1.561.508.191
8	2.176.625	- 268.582.562	-	- 268.582.562	- 270.759.187	- 1.832.267.377
9	2.554.212	- 320.216.092	-	- 320.216.092	- 322.770.304	- 2.155.037.681
10	- 75.997.591	- 279.335.629	-	- 279.335.629	- 203.338.038	- 2.358.375.720

RESUMEN VAN PROPIO	
TIEMPO DE RETORNO (AÑOS)	No aplica
TASA RENTABILIDAD (AR\$)	No aplica
VAN (AR\$)	- 2.358.375.720

Tabla 140: VAN propio

9.5.2 - TASA INTERNA DE RETORNO SOBRE CAPITAL PROPIO:

Su cálculo es idéntico al de la TIR, pero nuevamente sólo se tiene en cuenta el capital propio al calcularse con el VAN sobre capital propio, igualándolo a cero.

Nuevamente se repite la situación antes dada, en donde el flujo de caja a tasa cero durante el periodo de análisis siempre es negativo y las ventas no alcanzan a suplir los costos de producción, por lo cual no puede determinarse una tasa interna de retorno durante el periodo de análisis.

CÁLCULO DEL TOR				
AÑO	SALDO A TASA 0 (AR\$)	COEFICIENTE	SALDO PROPIO (AR\$)	SALDO ACUMULADO (AR\$)
0	- 275.009.363	1	- 275.009.363	- 275.009.363
1	- 134.055.576	0	- 40.322.794	- 315.332.157
2	- 81.532.305	0	- 12.262.117	- 327.594.274
3	- 162.356.262	0	- 12.208.851	- 339.803.125
4	- 158.834.794	0	- 5.972.022	- 345.775.147
5	- 234.364.223	0	- 4.405.925	- 350.181.072
6	- 224.365.743	0	- 2.108.979	- 352.290.051
7	- 290.989.925	0	- 1.367.615	- 353.657.666
8	- 270.759.187	0	- 636.266	- 354.293.932
9	- 322.770.304	0	- 379.245	- 354.673.177
10	- 203.338.038	0	- 119.458	- 354.792.634

TOR	No aplica
-----	-----------

Tabla 141: TOR

9.6 - RELACIÓN ENTRE LA INV. PROPIA Y LA INV. TOTAL:

Esta relación permite determinar si es conveniente o no realizar las inversiones con créditos o simplemente con capital propio, y se calcula como el cociente entre la TOR y la TIR.

$$\text{Índice de palanca} = \frac{TIR}{TOR}$$

ANÁLISIS ECONÓMICO	
VAN (AR\$)	- 763.071.063
VAN PROPIO (AR\$)	- 2.358.375.720
TIR	No aplica
TOR	No aplica
EFECTO PALANCA	TIR / TOR : No aplica

Tabla 142: efecto palanca

Al no poder determinar la tasa interna de retorno total, ni la tasa interna de retorno sobre capital propio durante el periodo de análisis, no es posible determinar el índice de palanca y, por lo tanto, no se puede evidenciar si es conveniente o no realizar las inversiones con créditos o simplemente con capital propio.

Todos los resultados obtenidos permiten afirmar que el proyecto no es rentable para el período de análisis y para las condiciones planteadas, ya que las inversiones requeridas, sumadas a los costos operacionales directos e indirectos de producción superan los ingresos generados por ventas.

Una posible solución, ante la búsqueda de rentabilidad, es aumentar el volumen de producción, hasta conseguir que las ventas generadas suplan los costos de producción.

CAPÍTULO 10: CONCLUSIONES

10 - CONCLUSIONES:

10.1 - FACTIBILIDAD DEL PROYECTO:

En este proyecto se plantea la producción de bioetanol anhidro a partir de una materia prima alternativa, que es el sorgo dulce, el cual se puede explotar con facilidad en la Argentina. Al materializar un proyecto de estas características brindaría una potencial oportunidad de explotación a esta materia prima y, paralelamente, contribuiría a la industrialización de la región.

A partir de este proyecto, se pudo demostrar la factibilidad técnica de producir bioetanol anhidro a gran escala a partir de una materia prima alternativa, adaptando la metodología de molienda seca ampliamente difundida con el maíz o la caña de azúcar, pero en este caso, utilizando sorgo dulce.

Pero, desde el punto de vista económico, todos los resultados obtenidos permiten afirmar que el proyecto no es rentable para el período de análisis y para las condiciones planteadas, ya que las inversiones requeridas, sumadas a los costos operacionales directos e indirectos de producción superan los ingresos generados.

Resumiendo, el desarrollo de este proyecto demuestra la factibilidad técnica pero no económica del mismo.

10.2 - CONCLUSIONES PERSONALES:

10.2.1 – VALLEJOS, ALEJANDRO AUGUSTO

El desarrollo de este proyecto nos permitió utilizar los conocimientos y habilidades adquiridas en la carrera. Además, a lo largo de este recorrido conseguimos anexar nuevos conocimientos para superar los obstáculos que se fueron presentando.

Como futuro ingeniero, fue interesante proponer la utilización de una materia prima alternativa para la producción de energía renovable a nivel nacional. Ofreciendo una elección para ser explorada en un futuro y que podría competir con las actuales. Además, un proyecto de este calibre, personalmente, me abrió los ojos debido a la cantidad de variables a tener en cuenta para diseñar una planta de grandes proporciones y el mindset adecuado que debo tener como joven profesional para llevar a cabo proyectos de tal índole.

Para concluir, el mayor desafío (en lo personal) se presentó coordinar este proyecto durante la pandemia con mi compañero y que a su vez coincidió con mi ingreso al mercado laboral. Encontrándonos ambos en ciudades diferentes con horarios y nuevas responsabilidades que antes no teníamos. Este trayecto no fue fácil, hubo mucha incertidumbre, desafíos y cuestiones de la vida que se presentaron, pero con buena comunicación, tiempo y dedicación pudimos completarlo. Esto nos permitió apreciar la importancia del trabajo en equipo y

que para llevar a cabo un trabajo de este tipo no es suficiente solamente los conocimientos técnicos, sino que juega un papel muy importante la capacidad de tener una visión global que permita reconocer cualquier problemática antes de que se presente.

10.2.2 - BABICH, PABLO DAMIÀN:

La realización de este proyecto representó un largo y arduo desafío, el cual no solo puso a prueba los conocimientos académicos adquiridos durante nuestra formación universitaria, sino que también, puso en tela de juicio cualidades como el trabajo en equipo, perseverancia y dedicación.

A pesar de haber concluido con un análisis de factibilidad negativo desde el punto de vista económico, fue muy gratificante concluir con una factibilidad positiva desde el punto de vista técnico, brindando un proyecto el cual apuesta por la industrialización de la región.

Me da placer saber que no solo he estado a la altura de las exigencias propias de un proyecto de esta envergadura, sino también poder haberlas superado en un contexto de pandemia e incursionando de manera paralela en el ámbito laboral.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA:

Ticiania Soria, (Marzo de 2012). TERMODINÁMICA EN BIOREFINERÍAS.
Obtenido de: https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/486/TESIS%20DOCTORAL_SORIA.pdf?sequence=1

Honorable Congreso de la Nación Argentina, (Marzo de 2019). LEY 26.093/2006.
Obtenido de: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-26093-116299/normas-modifican>

Secretaría de Energía Presidencia de la Nación, (Abril de 2019). PRECIOS DEL BIOETANOL.
Obtenido de https://glp.se.gob.ar/biocombustible/reporte_precios_bioetanol.php

Bolsa de Comercio de Rosario, (Mayo 2019). COMBUSTIBLES Y BIOCOMBUSTIBLES EN ARGENTINA. Obtenido de <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/combustibles-y>

Bolsa de Comercio de Rosario, (Mayo 2019). DATOS CLAVES DE BIOCOMBUSTIBLES. Obtenido de <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/datos-claves>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Ganadería Argentina, (Junio del 2019). INFORME DE BIOCOMBUSTIBLES. Obtenido de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/observatorio_bioeconomia/indicadores/07/index.php

Secretaría de Energía Presidencia de la Nación, (Agosto de 2019). MARO REGULATORIO DE BIODIESEL Y BIOETANOL. Obtenido de <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/247667/20210804>

Boletín Oficial de la República Argentina, (Octubre de 2019). ESTADÍSTICAS ENERGÉTICAS - BIODIESEL Y BIOETANOL. <https://datos.gob.ar/dataset/energia-estadisticas-biodiesel-bioetanol>

Dirección de Bioenergía, Secretaría de Alimentos y Bioeconomía (Marzo de 2022). PRODUCCIÓN POR INSUMO BIOETANOL. Obtenido de https://datos.gob.ar/sr_Latn/dataset/agroindustria-biocombustible---produccion-por-insumo-bioetanol

Ministerio de Agricultura, Pesca y Ganadería Argentina, (Marzo del 2020). INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE BIOENERGÍA ARGENTINA. Obtenido de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bioenergia/sustentabilidad/archivos/000001_Indicadores%20de%20Sustentabilidad%20de%20Bioenerg%C3%ADa%20Argentina/000001_Indicadores%20de%20Sustentabilidad%20de%20Bioenerg%C3%ADa%20Argentina.pdf

Secretaría de Energía Presidencia de la Nación, (Diciembre de 2019). EMPRESAS MEZCLADORAS HABILITADAS. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/biocombustibles/empresas-mezcladoras>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Ganadería Argentina, (Junio del 2019). EXPORTACIONES MERCADO ARGENTINO. Obtenido de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/exportaciones/

Jayo, Álvaro (Agosto de 2016). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A BASE DE MAÍZ. Obtenido de <https://docplayer.es/78328893-Estudio-de-factibilidad-tecnica-economica-de-produccion-de-bioetanol-a-base-de-maiz-jayo-alvaro-lu133996.html>

A. Pérez-Sánchez (Septiembre de 2022) EVALUACIÓN TÉRMICA DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBO Y CORAZA PARA EFECTUAR LA CONDENSACIÓN DE ETANOL. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/344452611_Evaluacion_termica_de_un_intercambiador_de_calor_de_tubo_y_coraza_para_efectuar_la_condensacion_de_etanol

Andrietta and F. Maugeri, (1994). OPTIMUM DESIGN OF A CONTINUOUS FERMENTATION UNIT OF AN INDUSTRIAL PLANT FOR ALCOHOL PRODUCTION. Obtenido de <https://es.slideshare.net/yormanzambrano/principios-de-ingeniera-de-los-bioprosesos-doran-pauline>.

Yoel-Alfonso Acosa, Arley Perez-Rojas, Mario Yll-Lavin, (2018). DESIGN OF BIORREACTOR FOR THE PRODUCTION OF INOCULUM OF SALMONELLA ENTERITIDIS. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4435/443558027009/html/index.html>

Borja, Gil Garcia, Monserrat, Tkatchenko, Gimenez (2016). PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO FÓRMICO. Obtenido de https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/168452/TFG_AFOR_v01.pdf

Rongel Cedano, Livier, (2016). DISEÑO PRELIMINAR DEL EQUIPO NECESARIO PARA LA ELABORACIÓN DE BACANORA. Obtenido de <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=4053>

Karina Janneri Lagos Alvarez, (2014). DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEZCLADO MECÁNICO A ESCALA INDUSTRIAL CON CAPACIDAD DE 200 BARRILES POR DÍA, PARA DOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN BASE AGUA FORMULADOS A ESCALA LABORATORIO. Obtenido de <https://docplayer.es/44122864-Escuela-politecnica-nacional.html> .

Oscar Mariño Diaz, (2018). DISEÑO DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS y CARCASA (1-2) PARA UNA PLANTA QUÍMICA ASOCIADA A UNA FUNDICIÓN PIROMETALÚRGICA.

Burbano Rojas, (2014). DISEÑO DE UN MÓDULO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR DE CORAZA Y TUBOS.

Altuna Bianchi di Carcano, Novaro Hueyo Nagore (2018). INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE BIOETANOL. Obtenido de <https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1688/Proyecto%20Final%20Bioetanol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Warren I. Mc Cabe, 7ma edición. OPERACIONES UNITARIAS EN INGENIERIA QUIMICA.

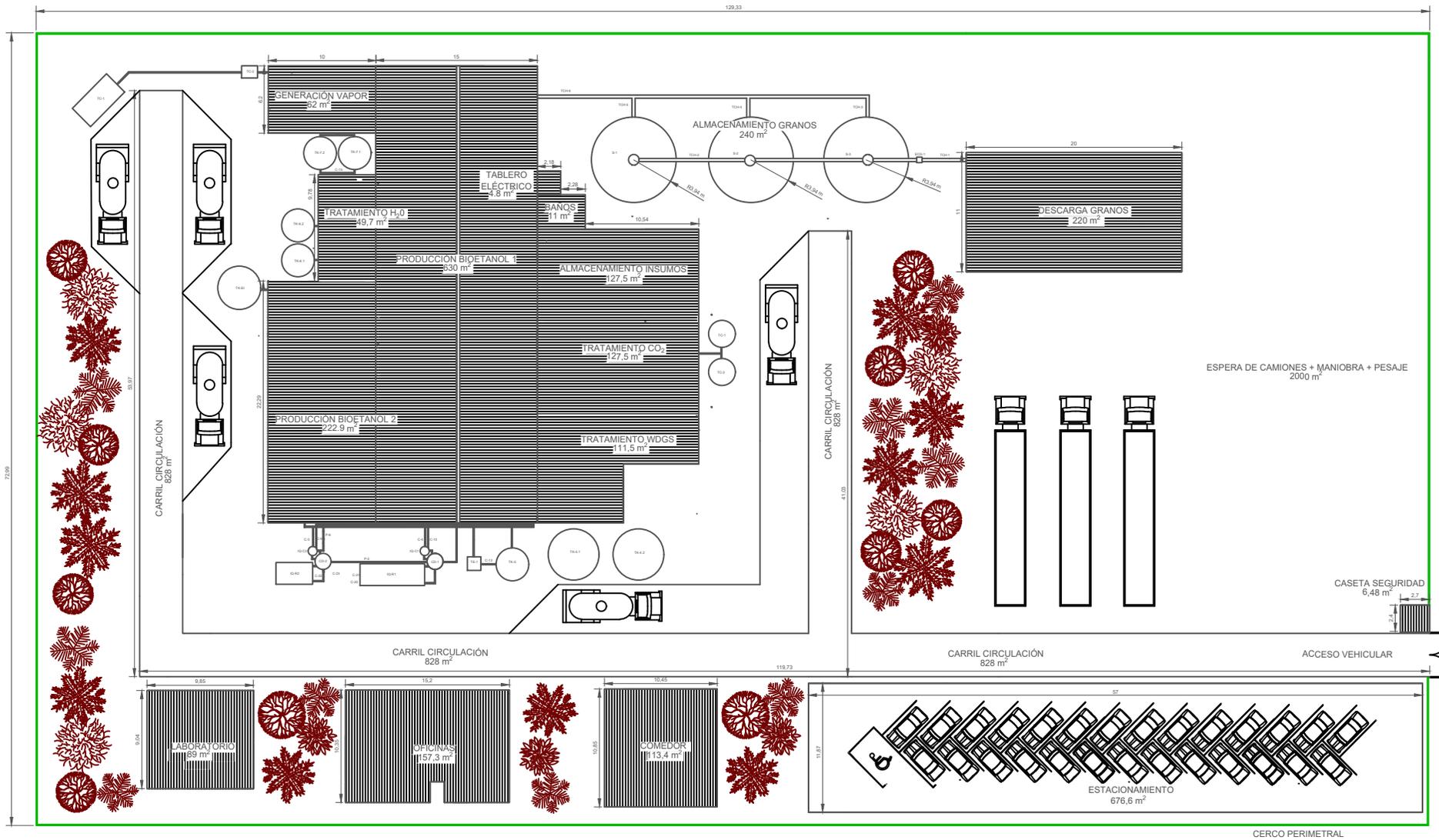
Pauline M. Doran, (1995). PRINCIPIO DE INGENIERÍA DE BIOPROCESOS.

Perry, 4ª edición (2005). MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO.

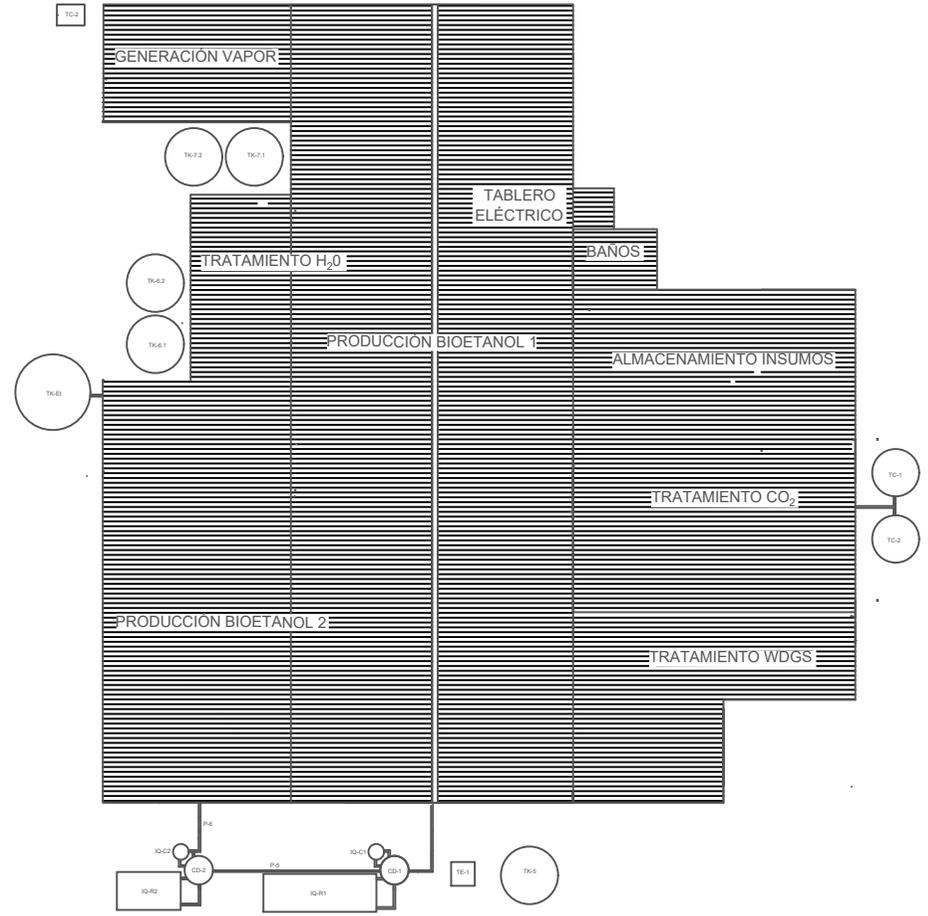
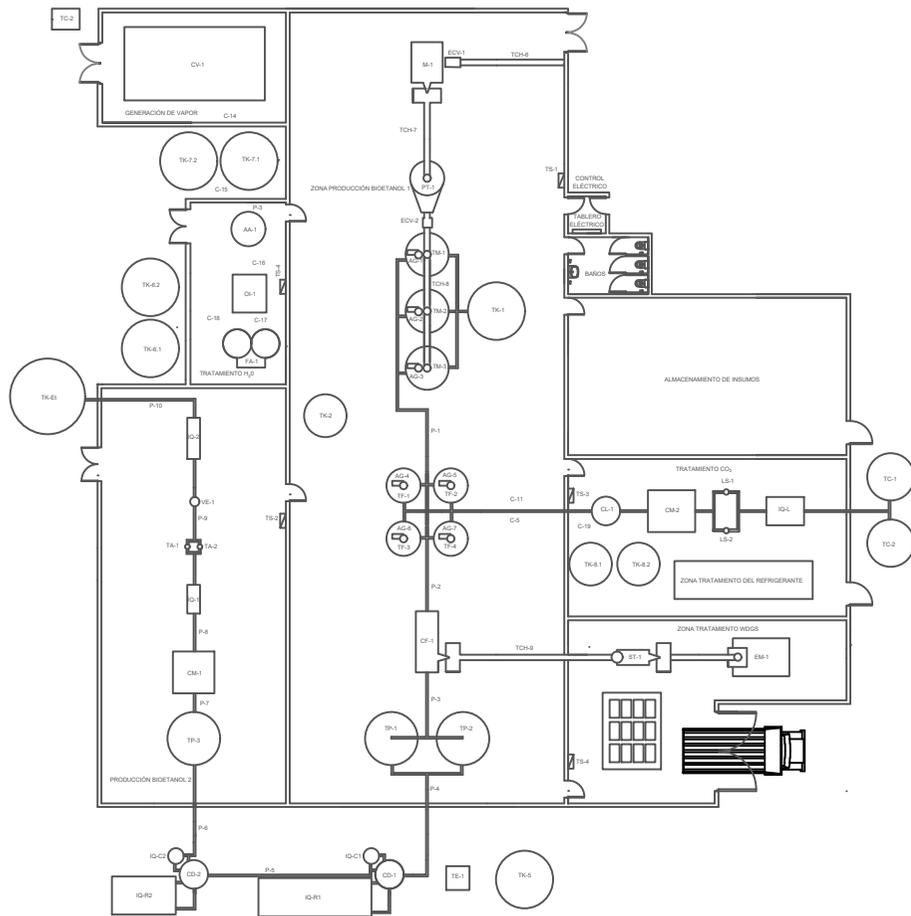
Apunte cátedra Operaciones Unitarias II, UTN FRRe, (2018). GUÍA COMPLEMENTARIA PARA EL USO DEL SIMULADOR UNISIM HONEWELL.

Cámara de Energías de Fuentes Renovables, (s.f). Recuperado Marzo de 2020.

ANEXOS: PLANOS



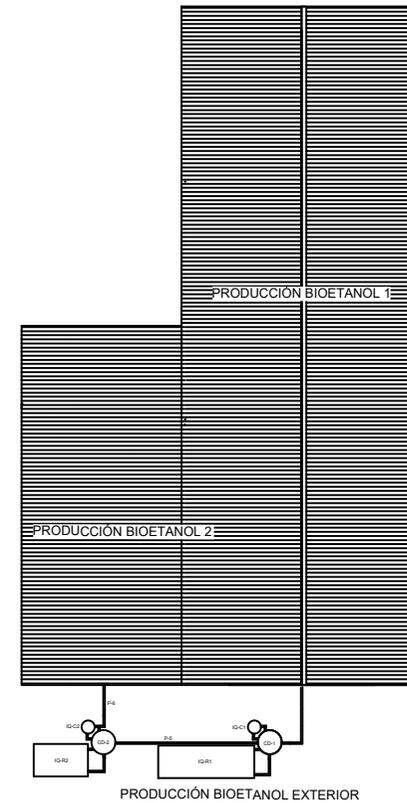
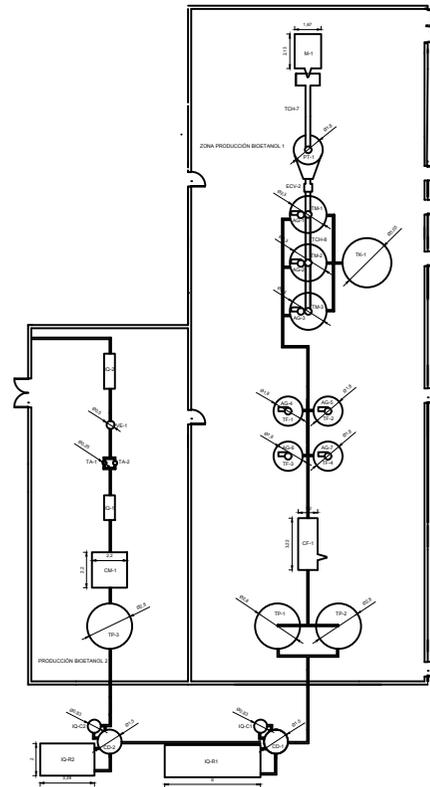
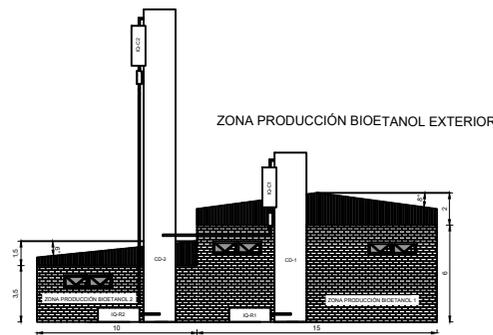
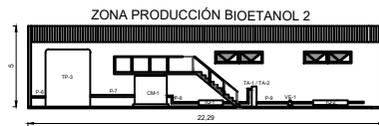
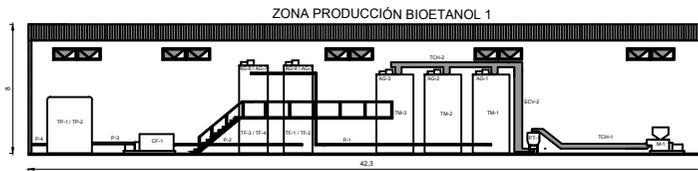
 ESCALA 1 : 1000	BABICH PABLO D. VALLEJOS, ALEJANDRO	INTEGRACION V AÑO 2022	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	VISTA SUPERIOR DE LA PLANTA		PRODUCCION DE BIOETANOL PLANO N° 1



REFERENCIA DE EQUIPOS:

- | | |
|---|--|
| <p>EDV-1 / EDV-2: ELEVADOR DE CADENAS VERTICAL
 M-1: MOLINO DE MARTILLOS
 TCH-7 / TCH-8 / TCH-9: TRANSPORTADOR DE CADENAS HORIZONTAL
 PT-1: TOLVA DE PESADO
 TM-1 / TM-2 / TM-3: TANQUE DE MEZCLA, COCCIÓN Y LICUEFACCIÓN
 AG-1 / AG-2 / AG-3: AGITADOR DE PALAS PLANAS
 TK-5: TANQUE ALMACENAMIENTO AGUA DE PRODUCCIÓN
 TK-2: TANQUE ALMACENAMIENTO AGUA DE LIMPIEZA
 TF-1 / TF-2 / TF-3 / TF-4: TANQUE DE SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN
 AG-4 / AG-5 / AG-6 / AG-7: AGITADOR DE PALAS PLANAS
 CF-1: CENTRIFUGA
 TR-1 / TR-2 / TR-3: TANQUE FILMÓN
 CD-1 / CD-2: COLUMNA DE DESTILACIÓN
 IQ-C1 / IQ-C2: CONDENSADOR
 IQ-R1 / IQ-R2: REBOLVER
 CM-1: COMPRESOR CENTRIFUGO
 IQ-1 / IQ-2: INTERCAMBIADOR DE CALOR
 TK-1 / TK-2: TANQUE ALMACENAMIENTO DE AGUA
 VE-1: VÁLVULA DE EXPANSIÓN
 TK-E1: TANQUE ALMACENAMIENTO BIOETANOL</p> | <p>S-1 / S-2 / S-3: SILO ALMACENAMIENTO DE GRANO
 TCH-1 / TCH-2 / TCH-3 / TCH-4 / TCH-5 / TCH-6: TRANSPORTADOR DE CADENAS HORIZONTAL
 EG-1: ELEVADOR DE CANGILONES
 CL-1: COLUMNA DE LAVADO
 CM-2: COMPRESOR CENTRIFUGO
 LS-1 / LS-2: LECHO RELLENO
 IQ-L: LIQUEFACTOR
 TC-1 / TC-2: TANQUE CRIOGENICO ALMACENAMIENTO CO₂
 TK-E1 / TK-E2: TANQUE ALMACENAMIENTO AGUA DE LAVADO
 ST-1: TAMBOR ROTATORIO DE SECADO
 EM-1: ENSACADORA DE BOLSAS DE GRANO
 TE-1: TORRE DE ENFRIMIENTO DE AGUA
 TK-4.1 / TK-4.2: TANQUE ALMACENAMIENTO AGUA CONTRA INCENDIOS
 TK-6.1 / TK-6.2: TANQUE ALMACENAMIENTO AGUA PARA GENERACIÓN DE VAPOR
 FA-1: TANQUE PARA FILTRACIÓN DE AGUA
 OH-1: TANQUE DE OSMOSIS INVERSA
 AA-1: TANQUE DE RELAJAMIENTO DE AGUA
 TK-7.1 / TK-7.2: TANQUE ALMACENAMIENTO DE AGUA TRATADA
 CV-1: CALDERA
 TC-1 / TC-2: TANQUE ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE</p> |
|---|--|

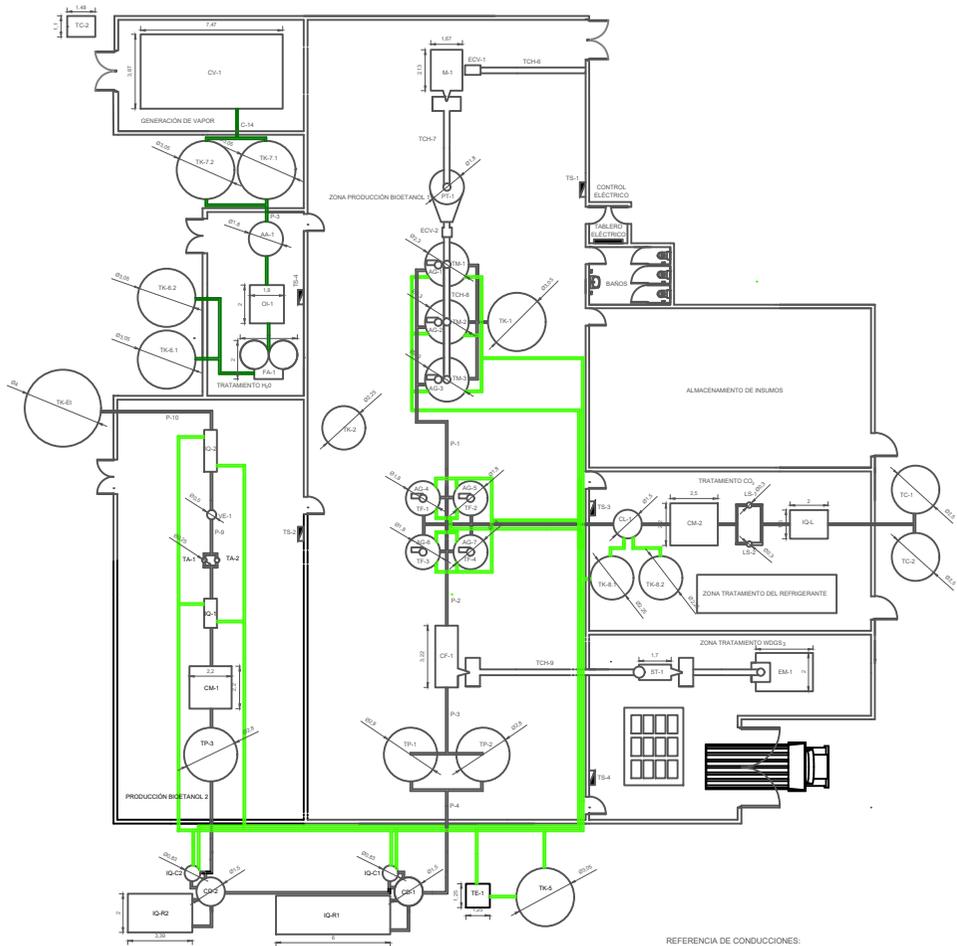
	BABICH PABLO D. VALLEJOS, ALEJANDRO	INTEGRACION V AÑO 2022	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	AREA PRODUCTIVA EQUIPOS Y CONDUCCIONES PRINCIPALES		PRODUCCION DE BIOETANOL
ESCALA 1 : 1000			PLANO N° 3



REFERENCIA DE EQUIPOS:

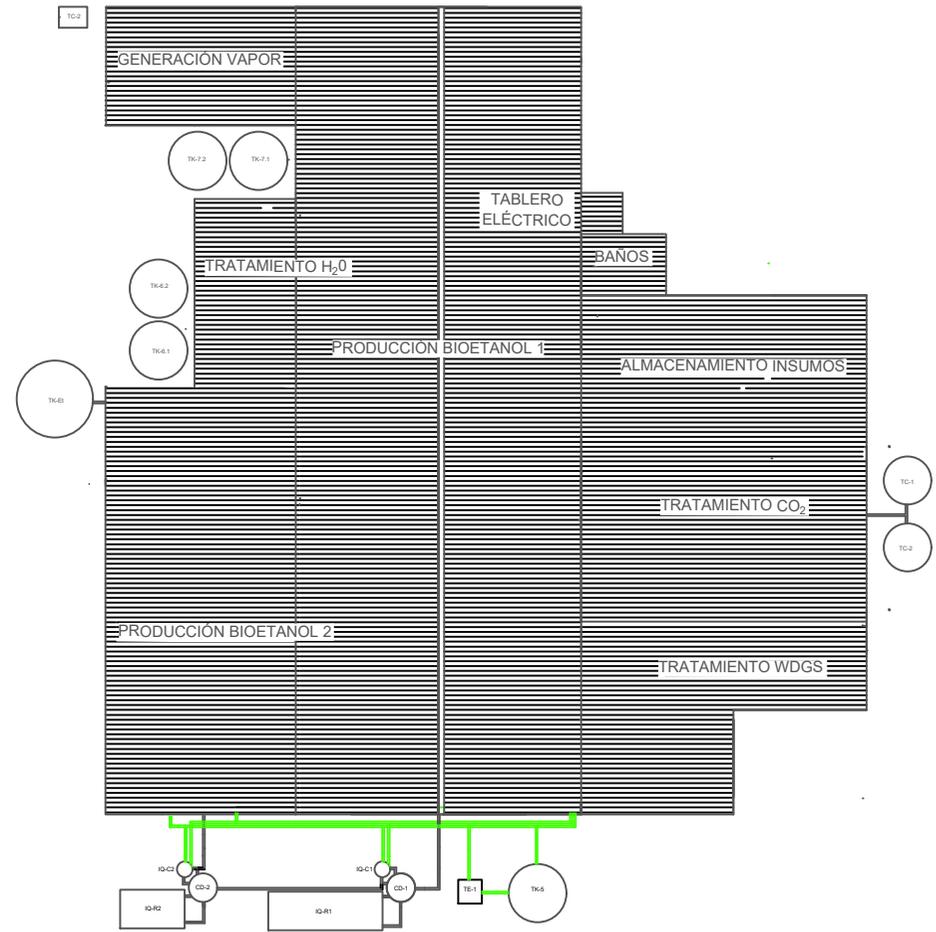
- EDV-2: ELEVADOR DE CADENAS VERTICAL
- M-1: MOLINO DE MARTILLOS
- TCH-7 / TCH-8 / TCH-9: TRANSPORTADOR DE CADENAS HORIZONTAL
- PT-1: TOLVA DE PESADO
- TM-1 / TM-2 / TM-3: TANQUE DE MEZCLA, COCCIÓN Y LICUEFACCIÓN
- AG-1 / AG-2 / AG-3: AGITADOR DE PALAS PLANAS
- TK-1: TANQUE ALMACENAMIENTO AGUA DE PRODUCCIÓN
- TF-1 / TF-2 / TF-3 / TF-4: TANQUE DE SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN
- AG-4 / AG-5 / AG-6 / AG-7: AGITADOR DE PALAS PLANAS
- CF-1: CENTRIFUGA
- TR-1 / TR-2 / TR-3: TANQUE PULMÓN
- CD-1 / CD-2: COLUMNA DE DESTILACIÓN
- IQ-C1 / IQ-C2: CONDENSADOR
- IQ-R1 / IQ-R2: REBOILER
- CM-1: COMPRESOR CENTRIFUGO
- IQ-1 / IQ-2: INTERCAMBIADOR DE CALOR
- TM-1 / TM-2: TANQUE MODULAR
- VE-1: VALVULA DE EXPANSIÓN

	BABICH PABLO D. VALLEJOS, ALEJANDRO	INTEGRACION V AÑO 2022	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	AREA PRODUCTIVA EQUIPOS Y CONDUCCIONES VISTA TRANSVERSAL		PRODUCCION DE BIOETANOL
ESCALA 1 : 1000			PLANO N° 4

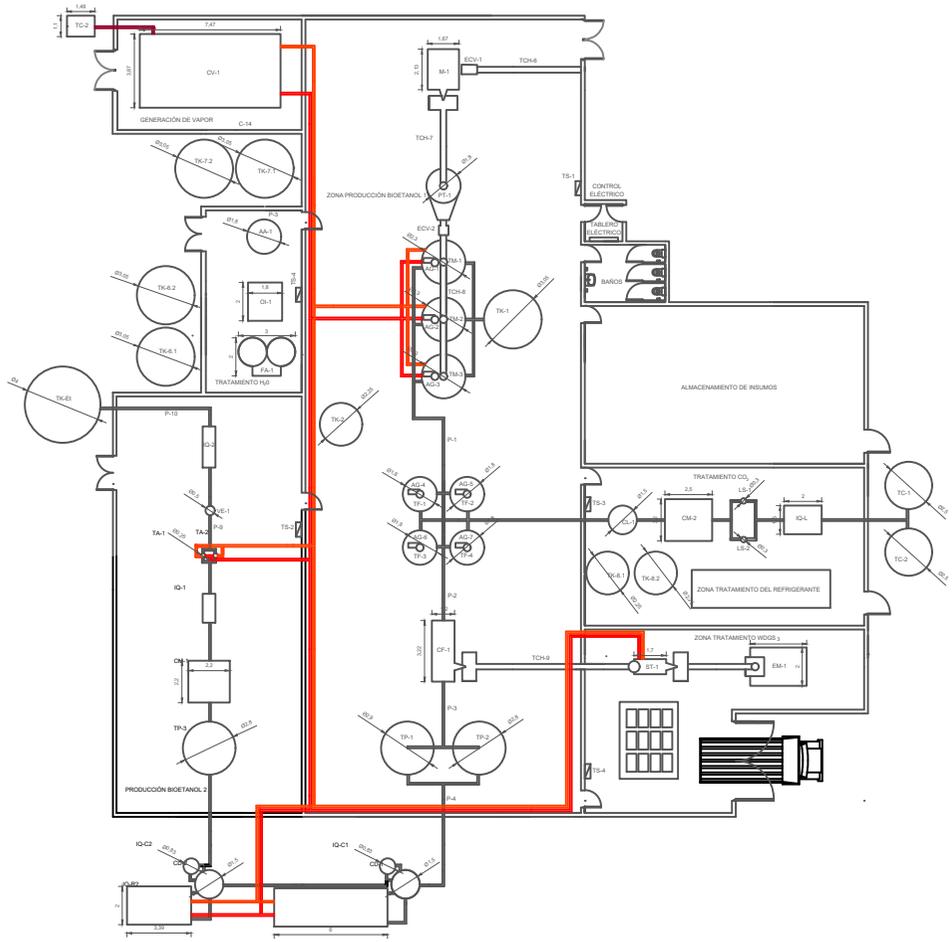


REFERENCIA DE CONDUCCIONES:

- : CONDUCCION SERVICIO AUXILIAR - AGUA DE ENFRIAMIENTO
- : CONDUCCION SERVICIO AUXILIAR - AGUA PARA GENERACION DE VAPOR

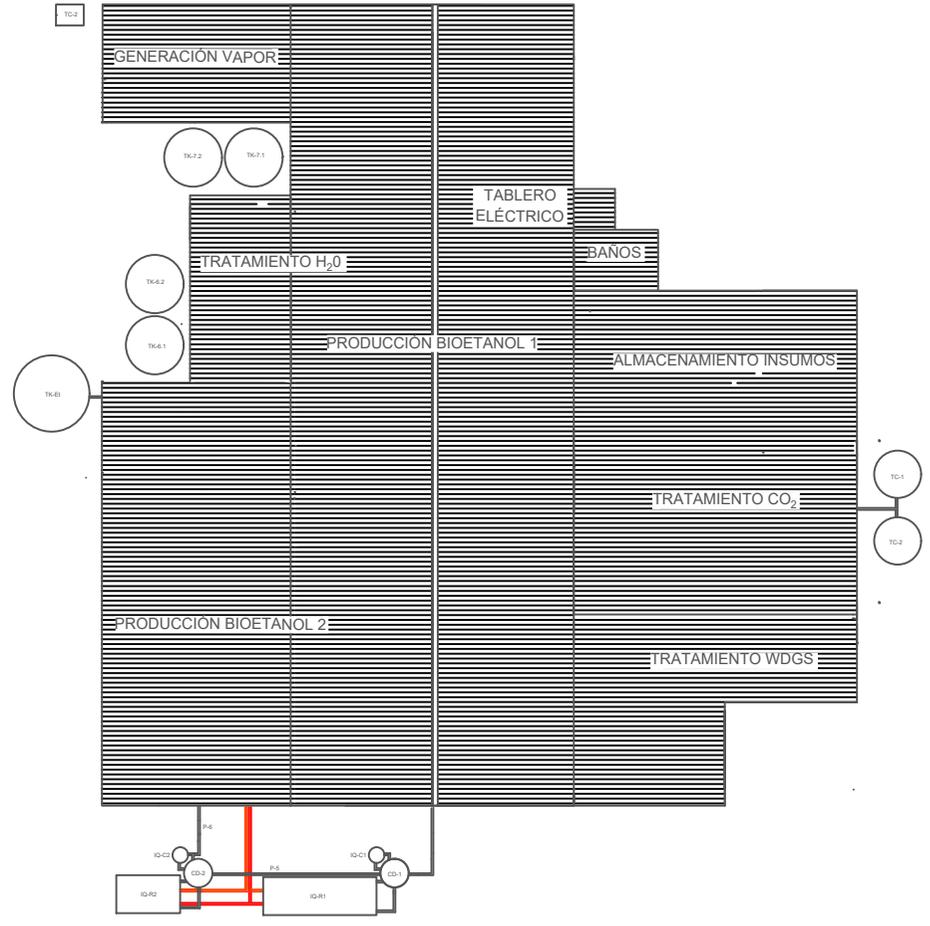


 ESCALA 1 : 1000	BABICH PABLO D. VALLEJOS, ALEJANDRO	INTEGRACION V AÑO 2022	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	AREA PRODUCTIVA EQUIPOS Y CONDUCCIONES H2O AUXILIARES		PRODUCCION DE BIOETANOL PLANO N° 5

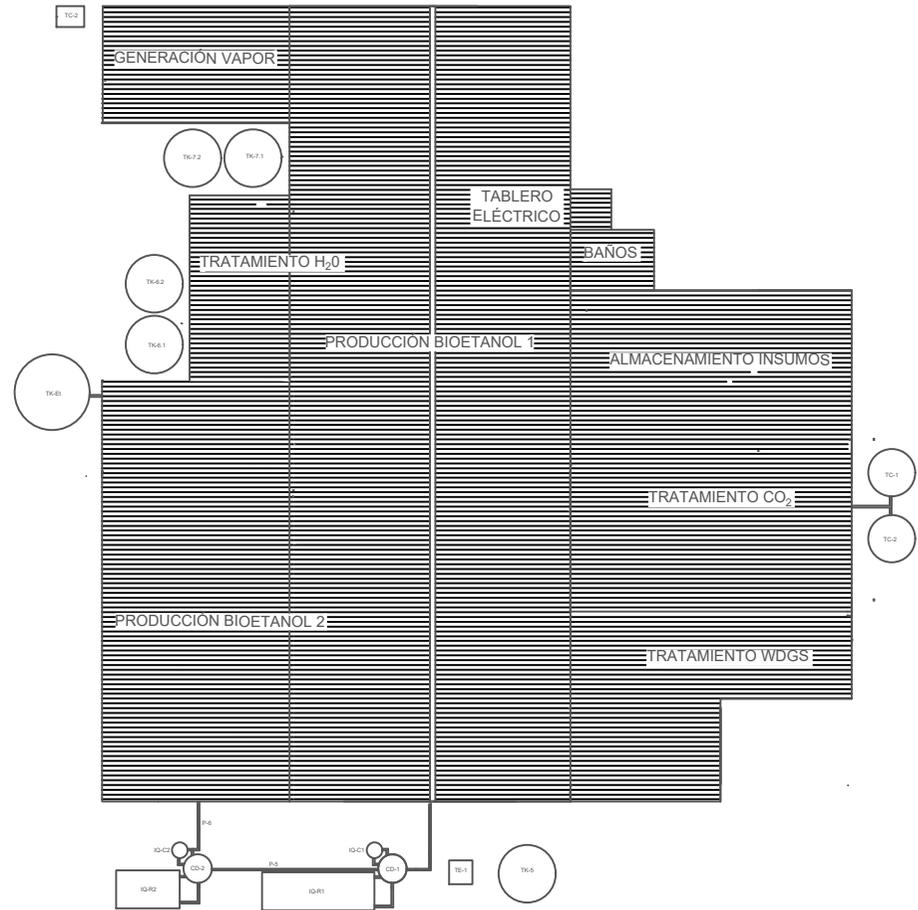
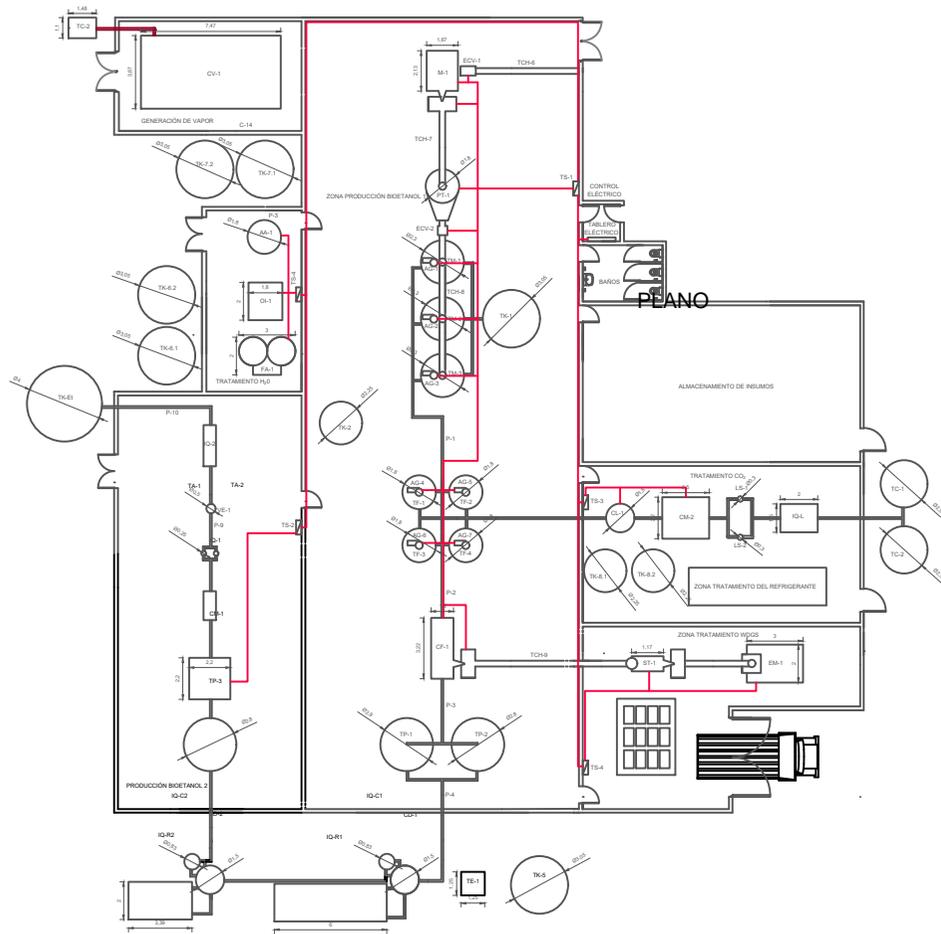


REFERENCIA DE CONDUCCIONES.

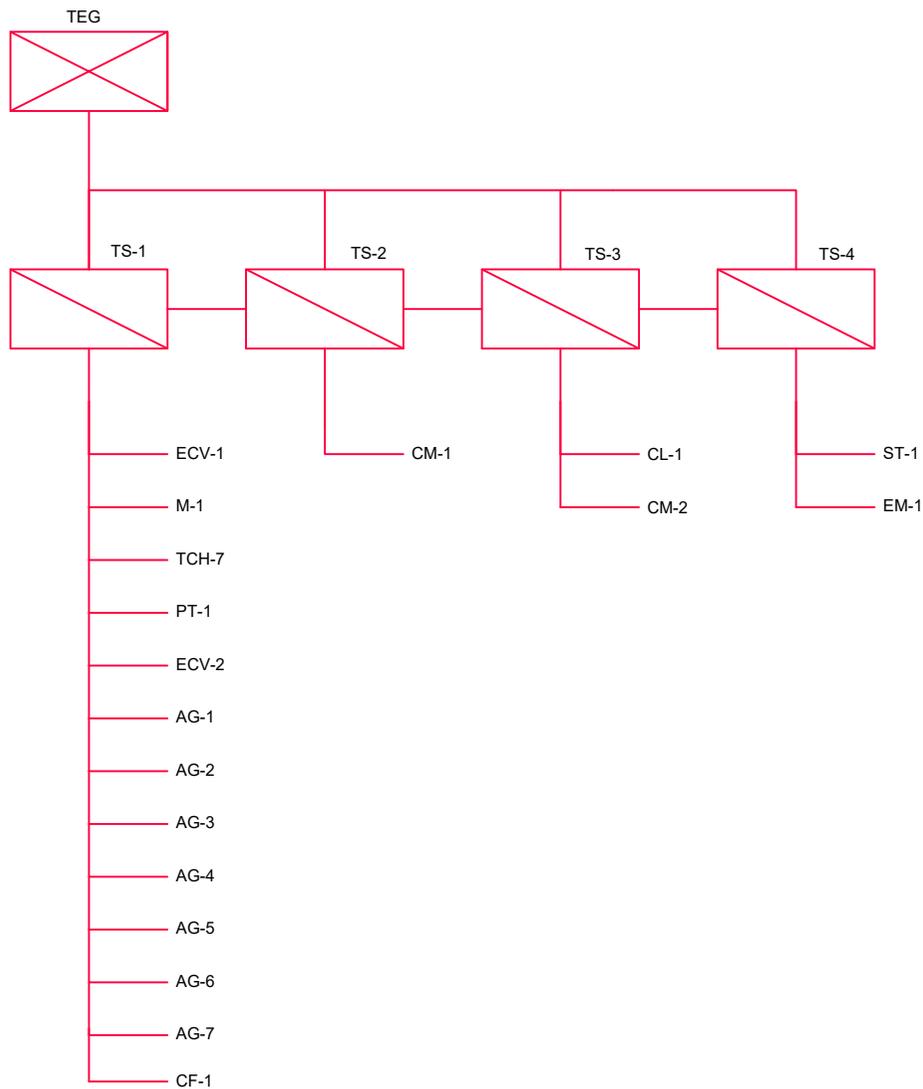
— : CONDUCCIÓN SERVICIO AUXILIAR - VAPOR DE CALEFACCIÓN;
— : CONDUCCIÓN SERVICIO AUXILIAR - VAPOR DE CALEFACCIÓN - RETORNO



 ESCALA 1 : 1000	BABICH PABLO D. VALLEJOS, ALEJANDRO	INTEGRACION V AÑO 2022	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	AREA PRODUCTIVA EQUIPOS Y CONDUCCIONES AUXILIARES VAPOR		PRODUCCION DE BIOETANOL PLANO Nº 6



 ESCALA 1 : 1000	BABICH PABLO D. VALLEJOS, ALEJANDRO	INTEGRACION V AÑO 2022	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	AREA PRODUCTIVA PLANO ELÉCTRICO		PRODUCCION DE BIOETANOL PLANO Nº 7-A



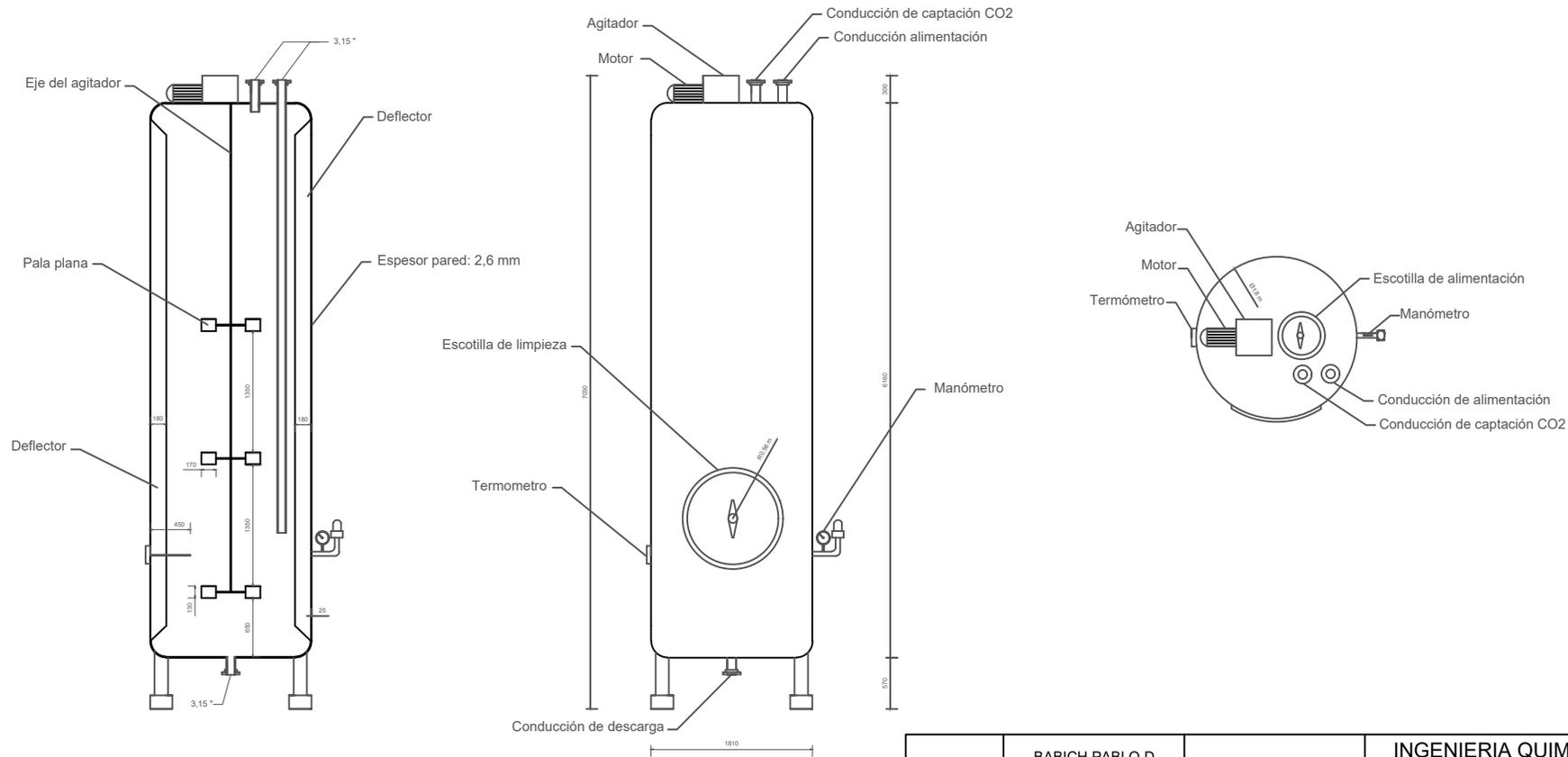
REFERENCIA DE TABLEROS:

TEG: TABLERO ELÉCTRICO GENERAL
 TS-1: TABLERO ELÉCTRICO SECCIONAL ZONA PRODUCCIÓN BIOETANOL 1
 TS-2: TABLERO ELÉCTRICO SECCIONAL ZONA PRODUCCIÓN BIOETANOL 2
 TS-3: TABLERO ELÉCTRICO SECCIONAL ZONA TRATAMIENTO CO₂
 TS-4: TABLERO ELÉCTRICO SECCIONAL ZONA TRATAMIENTO WDGs

REFERENCIA DE EQUIPOS:

ECV-1 / ECV-2: ELEVADOR DE CADENAS VERTICAL
 M-1: MOLINO DE MARTILLOS
 TCH-7 / TCH-8 / TCH-9: TRASPORTADOR DE CADENAS HORIZONTAL
 PT-1: TOLVA DE PESADO
 AG-1 / AG-2 / AG-3: AGITADOR DE PALAS PLANAS
 AG-4 / AG-5 / AG-6 / AG-7: AGITADOR DE PALAS PLANAS
 CF-1: CENTRÍFUGA
 CM-1 / CM-2: COMPRESOR CENTRÍFUGO
 CL-1: COLUMNA LAVADO CO₂
 ST-1: TAMBOR ROTATORIO DE SECADO
 EM-1: ENSACADORA DE BOLSAS DE GRANO

	BABICH PABLO D. VALLEJOS, ALEJANDRO	INTEGRACION V AÑO 2022	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	AREA PRODUCTIVA PLANO UNIFILAR ELÉCTRICO		PRODUCCION DE BIOETANOL
ESCALA 1 : 1000			PLANO Nº 7-B



	BABICH PABLO D. VALLEJOS, ALEJANDRO	INTEGRACION V AÑO 2022	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	PLANO FERMENTADOR DISEÑO PROPIO		PRODUCCION DE BIOETANOL
ESCALA 1 : 1000			PLANO N° 8

ANEXOS: FOLLETOS

 **FluidMix**®



EFFECTIVE
MIXING



www.agitadoresfluidmix.com



Síguenos en nuestras redes sociales



NUESTRA EMPRESA

FluidMix es una empresa de ingeniería dedicada al diseño, fabricación y asistencia técnica de sistemas de agitación. Nuestro equipo humano está altamente cualificado y cuenta con una dilatada experiencia habiendo colaborado con importantes ingenierías en proyectos tanto de ámbito internacional como nacional.

Nuestros técnicos destacan por su alta capacidad de adaptación a las necesidades de cada proceso, aportando las mejores soluciones y diseñando equipos de agitación a medida.

Nuestro campo de aplicación abarca diferentes sectores de la industria entre los que destacan:

Alimentación y bebidas
Cosmética
Farmacéutica
Minera
Oil & Gas
Papelera
Pintura
Química
Tratamiento de agua

Disponemos de una extensa gama de agitadores, así como de grupos manuales o automáticos de preparación de polielectrolito.

Ante la creciente demanda de nuestros clientes, hemos ampliado nuestra gama incorporando agitadores sumergibles de la marca CRI-MAN. Nuestro departamento comercial le ayudará a seleccionar el equipo más adecuado para las necesidades concretas de su proceso.

Todo nuestros productos son sometidos a un exigente control de calidad. Gracias a la implantación del Sistema de Gestión de la Calidad según la ISO 9001:2008, cuidamos cada detalle del proceso, durante las fases de diseño, fabricación, acopio de materiales, montaje y posterior suministro.

La fiabilidad y garantía de nuestros productos nos ha permitido consolidarnos como una empresa referente en el campo de la agitación.

Con el fin de expandir nuestra marca por todo el mundo y ofrecer un servicio más directo y rápido, Fluidmix cuenta con distribuidores en muchos países de Europa y del resto del mundo.

Adicionalmente, y con el objetivo de satisfacer la creciente demanda, el grupo tiene una gran presencia en el mercado latinoamericano a través de su filial CFG, en México, desde donde se diseñan, fabrican y comercializan los agitadores con los mismos estándares de calidad y fabricación, y la misma tecnología que Fluidmix.

Diseñamos el equipo exacto para su aplicación, en base a sus requerimientos técnicos.

NUESTROS PRODUCTOS

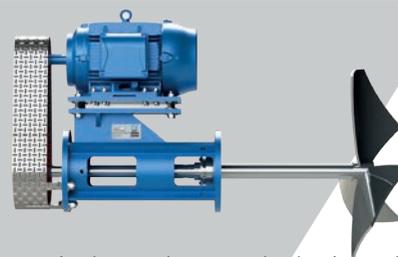
Agitadores Verticales



Amplia línea de agitadores verticales diseñados a la medida para cualquier aplicación en la industria. Son equipos de alto rendimiento energético, de alta eficiencia de mezcla, fáciles de operar y de bajo mantenimiento.

Los agitadores Fluidmix son fabricados con materiales, motores y sistemas de transmisión de máxima calidad.

Agitadores Horizontales



Los agitadores de entrada horizontal son recomendables para homogeneizar productos en depósitos de gran volumen. Son fabricados con reductor de velocidad o sistemas de poleas y bandas.

Los agitadores Fluidmix son fabricados, buscando un perfecto equilibrio entre eficiencia, fiabilidad y precio.

Agitadores de Fondo



Los agitadores de entrada inferior, son necesarios para ciertas aplicaciones y tipos constructivos de tanques. Procesos **c o s m é t i c o s**, farmacéuticos, químicos, de pintura son los más comunes para el uso de estos equipos, así como aplicaciones donde se requiere de un dispersor de fondo. Fluidmix diseña y fabrica este tipo de agitadores sobre la especificación de los modelos estandarizados FPS y FDD.

Agitadores Especiales



Existen infinidad de procesos en la Industria que requieren de diseños especiales. Fluidmix se adapta a cada caso, diseña y fabrica equipos para cumplir con los más exigentes requerimientos.

Equipos con móviles en contra-rotación, materiales super resistentes, sistemas de estanqueidad con refrigeración autónoma, entre otros.

Autofloc



Los preparadores automáticos de polielectrolito consiguen una exacta humectación, maduración y dosificación del polímero sólido y/o líquido. Permiten una optimización y ahorro de la materia prima gracias a la regulación de dosificación automatizada.

El Autofloc es fabricado para un suministro de 0,5 m³/h a 10m³/h.

Equipos de dosificación



Fluidmix suministra equipos de dosificación equipados con diferentes combinaciones de elementos conforme a las necesidades concretas del proceso: embudo, depósito PE o PRFV, controladores de nivel, agitador, bomba dosificadora, válvulas de entrada y salida.

Mezcladores CRI-MAN



Con una extensa presencia a nivel mundial, CRI-MAN es una de las más prestigiadas marcas en el diseño y fabricación de agitadores sumergibles; ofrece una variada línea de equipos que dan solución en el tratamiento de aguas, biogás, efluentes industriales e industria ganadera

Soluciones a medida



Nuestra filosofía de trabajo se basa en priorizar la calidad, el diseño y la atención personalizada de nuestros clientes.

Ofrecemos la máxima flexibilidad en el diseño de los equipos, fabricando agitadores a medida en función de los requisitos y las exigencias de cada proyecto.



GARANTÍA



SEGURIDAD



SOLUCIONES
INDUSTRIALES

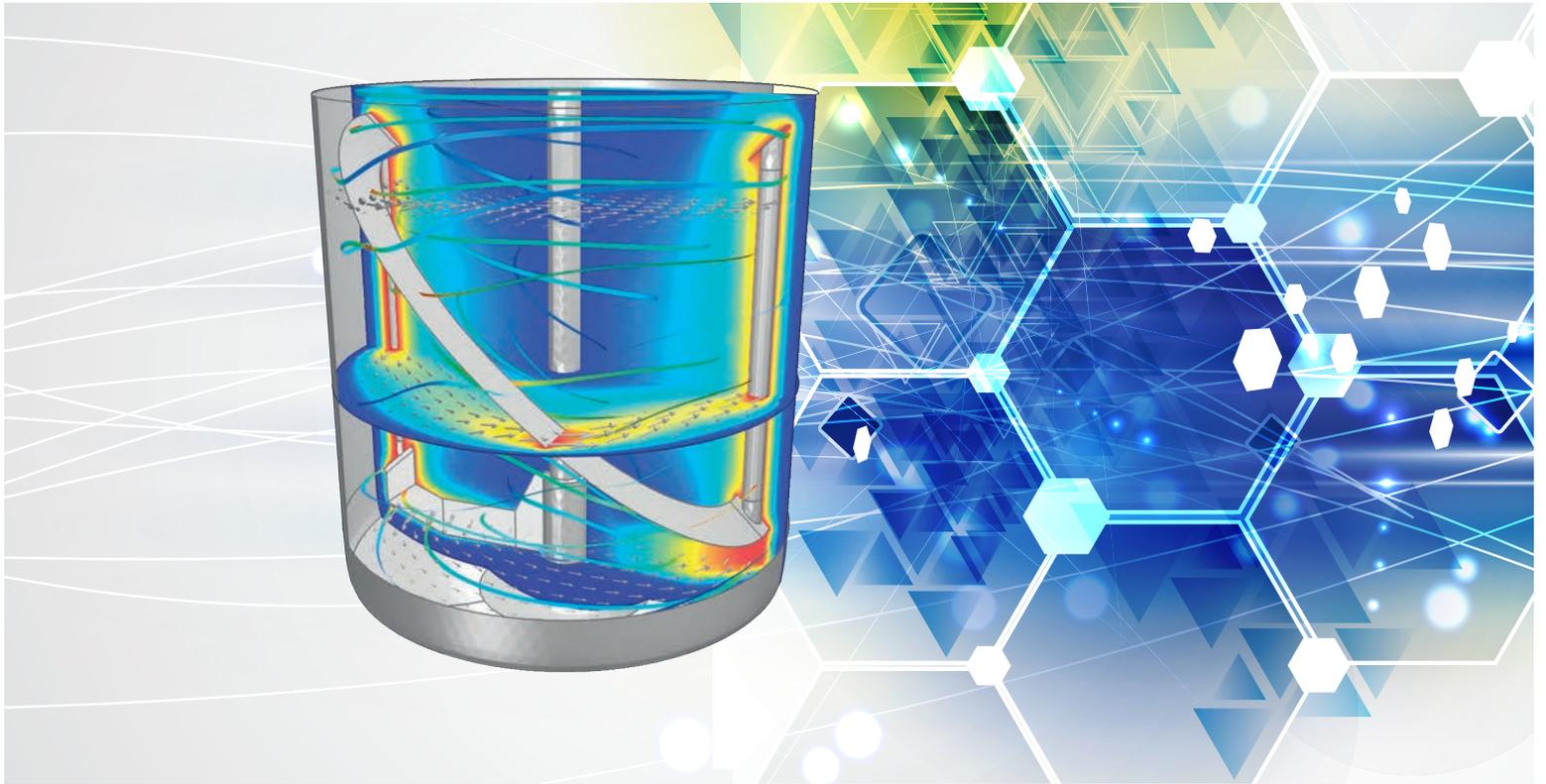
SERVICIOS

El servicio es una verdadera vocación en el grupo. Fluidmix está con el cliente desde la etapa de concepción del proyecto, ofreciendo una asesoría profesional y personalizada en el diseño de los equipos.

FluidMix cuenta con un equipo de especialistas que diagnostican desde el inicio del proyecto la rentabilidad del mismo, a fin de dar soluciones eficientes y con un rápido retorno de inversión en cada proceso.

El soporte no termina con la entrega de los equipos. Es por ello que un departamento de post-venta, con un equipo de amplia experiencia, está siempre al tanto del óptimo funcionamiento de las aplicaciones.





VENTAJAS

- ▶ Diseño a la medida, de acuerdo a especificaciones.
- ▶ Materiales de máxima calidad, de primeras marcas.
- ▶ Soporte técnico especializado y cualificado.
- ▶ Herramientas de diseño y simulación última tecnología.
- ▶ Certificaciones por principales organismos.
- ▶ Precios altamente competitivos.
- ▶ Puntualidad en los tiempos de entrega.
- ▶ Amplia garantía de los equipos.
- ▶ Servicio post-venta.
- ▶ Presencia y distribución internacional.



CERTIFICACIONES

FluidMix cuenta con certificaciones internacionales que avalan la calidad de todos los equipos que se fabrican, ofrece amplia garantía y seguridad.

Certificación **ISO 9001:2008**.





AGITADORES FLUIDMIX:

FluidMix ofrece una solución profesional de máxima garantía en los procesos de agitación, mezcla, homogeneización fermentación, suspensión, coagulación, floculación, dispersión y transferencia térmica.

Fluidmix garantiza en cada proyecto una alta rentabilidad y un rápido retorno de inversión.

La modularidad del diseño de nuestros agitadores permite adaptarnos siempre a las necesidades de los clientes.

Fluidmix diseña equipos de agitación a medida para cada aplicación. Todos los equipos son sometidos a un exigente control de calidad sustentado, entre otros procesos, por un software de cálculo propio, y la simulación del comportamiento de fluidos y resistencia

de materiales en CFD (Computational Fluid Dynamics).

Nuestros equipos son fabricados buscando un perfecto equilibrio entre eficiencia, fiabilidad y precio.



AGITADORES VERTICALES

 **FluidMix®**

FluidMix diseña y fabrica una amplia línea de agitadores verticales a la medida para cualquier aplicación en la industria. Son equipos de alto rendimiento energético, de alta eficiencia de mezcla, fáciles de operar y de bajo mantenimiento.

Los agitadores Fluidmix son fabricados con materiales, motores y sistemas de transmisión de máxima calidad.

AGITADORES VERTICALES



Serie VHS

- Para depósitos de 0,05 a 0,3 m³.
- Para productos no viscosos.
- Velocidad de giro: 750, 1000, 1500 rpm.
- Motores de 0,09 a 1,5 kW.
- Hélice marina tripala.
- Diámetro de hélice de 80 a 140 mm.
- Longitud máxima de eje 800 mm.



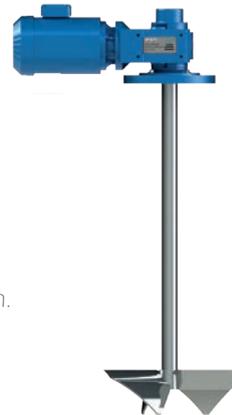
Serie VHD

- Para depósitos de 0,3 a 3 m³.
- Para productos no viscosos.
- Velocidad de giro: 750, 1000, 1500 rpm.
- Motores de 0,55 a 2,2 kW.
- Hélice marina tripala.
- Diámetro de hélice de 100 a 200 mm.
- Longitud máxima de eje 1500 mm.
- Con torreta de guiado.



Serie VHDC

- Para depósitos de 0,3 a 7 m³.
- Para productos viscosos.
- Velocidad de giro: 750, 1000, 1500 rpm.
- Motores de 2,2 a 22 kW.
- Móvil tipo "Cowles"
- Diámetro de hélice de 100 a 400 mm.
- Longitud máxima de eje 2000 mm.
- Con torreta de guiado.



Series VPP y VPH

- Para depósitos de 0,5 a 5 m³.
- Diseñados para la mezcla de productos de viscosidad moderada.
- Velocidad de 150 a 300 rpm.
- Motores de 0,37 a 3 kW.
- Hélice de perfil axial tipo "S".
- Diámetro de hélice de 150 a 400 mm.
- Longitud máxima de eje 1500 mm.
- Reductor coaxial, VPP; engranaje cónico VPH.

AGITADORES VERTICALES



Serie VTS

- Para depósitos de 4 a 15 m³.
- Para alta intensidad de agitación.
- Velocidad de 75 a 150 rpm.
- Motores de 0,37 a 3 kW.
- Turbina axial de 3/4 palas.
- Diámetro de turbina de 400 a 800 mm.
- Longitud máxima de eje 2500 mm.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.



Serie VTG

- Para depósitos grandes.
- Para alta intensidad de agitación.
- Velocidad de 50 a 150 rpm.
- Motores de 3 a 45 kW.
- Turbina axial de 3/4 palas.
- Diámetro de turbina de 800 a 4000 mm.
- Longitud máxima de eje 15000 mm.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.



Serie VTR

- Para depósitos de cualquier tamaño.
- Especial para para dispersión de gas en líquido.
- Velocidad de 75 a 250 rpm.
- Motores de 1,5 a 45 kW.
- Turbina radial de 4 o más palas.
- Diámetro de turbina de 400 a 1500 mm.
- Longitud máxima de eje 7000 mm.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.



Serie VPT

- Para depósitos grandes.
- Diseño polivalente en diversas aplicaciones.
- Velocidades de 30 a 150 rpm.
- Motores de 3,7 a 90 kW.
- Hélice axial tripala de perfil tipo "T".
- Diámetro de hélice de 800 a 7000 mm.
- Longitud máxima de eje 15000 mm.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.

AGITADORES VERTICALES



Serie VPS

- Para depósitos grandes.
- Diseño polivalente en diversas aplicaciones.
- Velocidades de 30 a 150 rpm.
- Motores de 3,7 a 90 kW.
- Hélice axial tripala de perfil tipo "S".
- Diámetro de hélice de 800 a 6000 mm.
- Longitud máxima de eje 15000 mm.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.



Serie VPA

- Para depósitos tipo "tacho".
- Diseño especial para proceso de cristalización de azúcar.
- Velocidades de 30 a 125 rpm.
- Motores de 30 a 125 kW.
- Hélice axial tripala de perfil tipo "S", con dedos de turbulencia.
- Diámetro de hélice de 800 a 3000 mm.
- Longitud máxima de eje 12000 mm.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o sistema de poleas y correas.



Serie VFT

- Para depósitos grandes.
- Agitador muy lento especial para floculación.
- Velocidad de 5 a 50 rpm.
- Motores de 0,75 a 7,5 kW.
- 2/3 palas axiales de perfil tipo "F".
- Diámetro de hélice de 400 a 4000 mm.
- Longitud máxima de eje 12000 mm.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.



Series VFR y VFV

- Para depósitos grandes.
- Agitador muy lento especial para floculación.
- Velocidad de 5 a 50 rpm (VFR, velocidad fija; VFV, velocidad variable).
- Motores de 0,75 a 7,5 kW.
- Perfil alabeado axial tripala tipo "S".
- Diámetro de hélice de 400 a 4000 mm.
- Longitud máxima de eje 12000 mm.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.

AGITADORES VERTICALES



Serie VAS

- Para depósitos de 0,5 a 30 m³.
- Para productos viscosos.
- Velocidad de 20 a 150 rpm.
- Motores de 2,2 a 37 kW.
- Móvil tipo áncora, opcional con rascadores.
- Diámetro de hélice según aplicación.
- Longitud máxima de eje según aplicación.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.



Serie VDF

- Para depósitos de cualquier tamaño.
- Para productos muy viscosos.
- Velocidades de 30 a 100 rpm.
- Motores de 3,7 a 90 kW.
- Hélice con perfil especial de doble flujo.
- Diámetro de hélice de 500 a 5000 mm.
- Longitud máxima de eje 9000 mm.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.

Materiales de fabricación:

Acero al carbono, AISI-304, AISI-316L, Dúplex, Súper Dúplex, Uranus B6, Titanio, Hastelloy.

Revestimientos o engomados:

PTFE, PVDF, EPDM, Halar, goma butilo, ebonitado, fibra de vidrio, pinturas especiales conforme a especificación.

Estanqueidad:

- Amplia gama en retenes, simples o de doble labio, diversos materiales.
- Laberinto hidráulico. Prensaestopas.
- Sello mecánico simple.
- Sello mecánico doble. Opcional sistema autónomo de refrigeración (termosifón), barrera de vapor.
- Cartucho con cierre mecánico doble y rodamiento de guiado incorporado.
- Sistemas especiales para desmontaje a tanque lleno para agitadores horizontales, o desmontaje con reactor a presión para agitadores verticales.

Opcionales:

Motores para área explosiva ATEX, pinturas especiales, certificaciones especiales (NOM), adaptación de brida ANSI o DIN, placa cuadrada, sujeción por pinza (sólo para equipos pequeños), brida con cierre de emergencia, pulidos sanitarios o con especificación de rugosidad. Normativa FDA.



AGITADORES HORIZONTALES

 **FluidMix®**

Los agitadores de entrada horizontal son recomendables para homogeneizar productos en depósitos de gran volumen. Son fabricados con reductor de velocidad o sistema de poleas y bandas.

Los agitadores Fluidmix son fabricados buscando un perfecto equilibrio entre eficiencia, fiabilidad y precio.



AGITADORES HORIZONTALES



Serie HPS

- Para depósitos de 10 a 500 m³.
- Agitación horizontal para diversas aplicaciones.
- Velocidad de 100 a 300 rpm.
- Motores de 1,5 a 45 kW.
- Perfil alabeado axial tripala tipo "S".
- Diámetro de hélice de 200 a 1200 mm.
- Longitud máxima de eje 1800 mm.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.



Serie HPP

- Para depósitos de 10 a 500 m³.
- Agitación horizontal para diversas aplicaciones.
- Velocidad de 100 a 300 rpm.
- Motor de 1,5 a 45 kW.
- Perfil alabeado axial tripala tipo "S".
- Diámetro de hélice de 200 a 1200 mm.
- Longitud máxima de eje 1800 mm.
- Sistema de transmisión por poleas y correas.



AGITADORES ESPECIALES

 **FluidMix®**

Existen infinidad de procesos en la industria que requieren de diseños especiales. Fluidmix se adapta a cada caso, diseña y fabrica equipos para cumplir los más exigentes requerimientos.

Equipos con móviles en contra-rotación, materiales súper resistentes, sistemas de estanqueidad con refrigeración autónoma, entre otros.

AGITADORES ESPECIALES



Serie VTA

- Para depósitos IBC/GRG de 1 a 4 m³.
- Para productos con y sin viscosidad.
 - Velocidad de 100 a 200 rpm.
 - Motores de 0,75 a 5 kW.
 - Turbina axial 4 palas plegables.
- Diámetro de hélice de 150 a 400 mm.
- Longitud máxima de eje 1500 mm.
- Soporte especial para tanques IBC/GRG.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.



Serie VHM

- Para depósitos de 1 a 3 m³.
- Especiales para emulsión.
- Velocidad de giro: 750, 1000, 1500, 3000 rpm.
- Motores de 1,1 kW a 10 kW.
- Hélice de diseños especiales.
- Diámetro de hélice según aplicación.
- Longitud máxima de eje 1800 mm.



Serie VAD

- Para depósitos de 0,5 a 15 m³.
- Para productos con viscosidad y aplicaciones especiales.
- Velocidad del ánora de 20 a 150 rpm.
- Velocidad de la hélice de 50 a 300 rpm.
- Motores de 0,37 a 15 kW.
- Dos móviles a contra-rotación.
- Móvil tipo ánora, opcional con rascadores (exterior).
- Hélice axial o disco cowles (interior).
- Diámetro de hélice según aplicación.
- Longitud máxima de eje según aplicación.
- Reductor doble de ejes huecos concéntricos.



Serie VPC

- Para depósitos grandes.
- Para productos viscosos.
- Velocidad de sincronismo: 750, 1000, 1500, 3000 rpm.
- Motores de 22 a 75 kW.
- Móvil tipo "Cowles"
- Diámetro de hélice de 400 a 1000 mm.
- Longitud máxima de eje 4000 mm.
- Linterna con acoplamiento elástico y rodamientos.



AGITADORES DE FONDO

 **FluidMix®**

Hay aplicaciones en la industria y tipos constructivos de tanques, que requieren agitadores de entrada inferior. Procesos cosméticos y farmacéuticos son los más comunes para el uso de estos equipos, así como aplicaciones donde se requiere un dispersador de fondo.

Fluidmix diseña y fabrica este tipo de agitadores, sobre la especificación de los modelos estandarizados FPS y FDD.

AGITADORES DE FONDO



Serie FPS

- Para depósitos a partir de 1 m³.
- Agitación de fondo para diversas aplicaciones.
- Velocidad de 1 a 75 rpm.
- Motores de 1,5 a 45 kW.
- Perfil alabeado axial tripala tipo "S" o tipo "T".
- Diámetro de hélice de 200 a 1200 mm.
- Longitud máxima de eje 1800 mm.
- Reductor de ejes paralelos, de engranaje cónico o coaxial de engranajes helicoidales.
- Sistema de estanqueidad.



Serie FDD

- Para depósitos a partir de 0,5 m³.
- Agitación de fondo para diversas aplicaciones.
- Velocidad de sincronismo: 750, 1000, 1500, 3000 rpm.
- Motores de 1,5 a 45 kW.
- Móvil tipo "Cowles".
- Diámetro de disco de 100 a 800 mm.
- Longitud máxima de eje 400 mm.
- Sistema de estanqueidad.



AGITADORES NEUMÁTICOS

 **FluidMix®**

Para aplicaciones donde no hay acceso a corriente eléctrica, o procesos con atmósfera explosiva, son muy frecuentes los agitadores de accionamiento neumático. Éstos suelen girar a altas velocidades, hasta 3000 rpm a 7 bares de presión. También hay casos en los que se requiere reductor de velocidad acoplado al motor neumático.

FluidMix diseña y fabrica este tipo de agitadores, sobre la especificación de los modelos estandarizados VHDN y VPPN.

AGITADORES NEUMÁTICOS



Serie VHDN

- Para depósitos de 0,05 a 3 m³.
- Para productos no viscosos.
- Velocidad máxima de 3000 rpm.
- Motores neumáticos.
- Hélice marina tripala.
- Diámetro de hélice de 100 a 200 mm.
- Longitud máxima de eje 1500 mm.
- Con torreta de guiado.



Serie VPPN

- Para depósitos de 0,5 a 5 m³.
- Diseñados para la mezcla de productos de viscosidad moderada.
- Velocidad máxima de 400 rpm.
- Motores neumáticos.
- Hélice de perfil axial tipo "S".
- Diámetro de hélice de 150 a 400 mm.
- Longitud máxima de eje 1500 mm.
- Reductor coaxial o de engranaje cónico.

Materiales de fabricación:

Acero al carbono, AISI-304, AISI-316L, Dúplex, Súper Dúplex, Uranus B6, Titanio, Hastelloy.

Revestimientos o engomados:

PTFE, PVDF, EPDM, Halar, goma butilo, ebonitado, fibra de vidrio, pinturas especiales conforme a especificación.

Estanqueidad:

- Amplia gama en retenes, simples o de doble labio, diversos materiales.
- Laberinto hidráulico.
- Prensaestopas.
- Sello mecánico simple.
- Sello mecánico doble. Opcional sistema autónomo de refrigeración (termosifón), barrera de vapor.

- Cartucho con cierre mecánico doble y rodamiento de guiado incorporado.
- Sistemas especiales para desmontaje a tanque lleno para agitadores horizontales, o desmontaje con reactor a presión para agitadores verticales.

Opcionales:

Motores para área explosiva ATEX, pinturas especiales, certificaciones especiales (NOM), adaptación de brida ANSI o DIN, placa cuadrada, sujeción por pinza (sólo para equipos pequeños), brida con cierre de emergencia, pulidos sanitarios o con especificación de rugosidad. Normativa FDA.

AGITADORES CON ELEVADOR

 **FluidMix®**

Los sistemas de elevación son diseñados a la medida de las necesidades del cliente y sus especificaciones.

Su accionamiento puede ser eléctrico, neumático o manual.

AGITADORES CON ELEVADOR



Serie VTE

Los elevadores facilitan el desplazamiento vertical del agitador y permiten utilizarlo en depósitos de diferentes volúmenes. Además de facilitar la operación y el mantenimiento de los equipos.

Los elevadores Fluidmix están diseñados para operar con agitadores de las series: VHS, VHD, VHC, VPP, VNH y VNP.

Características principales:

- Materiales en acero al carbono o acero inoxidable, de acuerdo a la aplicación.
- Colocación fija (suelo) o móvil.
- Plato detector de depósito, evita la puesta en marcha sin depósito (mod. eléctrico).
- Elevación mediante servo (mod. Eléctrico) o torno elevador (mod. manual).



PREPARADORES

FluidMix®

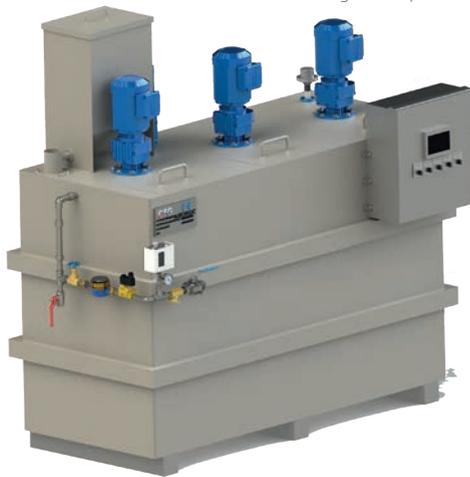
Suministramos sistemas compactos o modulares para la dosificación de reactivos. Nuestros equipos de dosificación son adecuados tanto en aplicaciones menores como en grandes líneas de producción industrial. Fluidmix proporciona soluciones innovadoras y de calidad capaces de cumplir con sus necesidades.

PREPARADORES AUTOMÁTICOS DE POLÍMERO

AUTOFLOC

El Autofloc es un sistema de preparación automática del polímero empleado para la aglomeración de las partículas en suspensión.

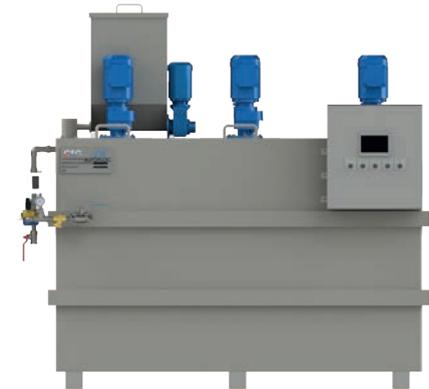
El sistema de dosificación de polímero puede trabajar a partir de polvo, de emulsión o, inclusive en modo mixto.



El preparador automático, está diseñado para una continua y controlada preparación, facilitando el paso directo a la dosificación.

Ventajas

- Equipamiento especial para trabajar con tres agitadores de forma automática.



- Logra una mezcla homogénea del polímero y el agua.

- Su equipamiento con el armario eléctrico permite que la solución sea dosificada de forma automática.

- Alto ahorro de polímero.

Características principales:

- Capacidad operativa de 500 a 10,000 L/h.
- Depósito con 2 ó 3 compartimentos y con difusor para la humidificación del polielectrolito.
- Sistema de mezcla mediante agitadores de giro lento, lo que favorece la homogeneización de la solución y la creación de las cadenas de polímeros.
- Sistema de alimentación del equipo automático y continuo.
- Válvula de regulación y caudalímetro para ajuste y control del aporte de agua.
- Caudal de polvo o emulsión ajustable mediante variador de velocidad y regulado mediante controlador PID.
- Armario de mando y control de la operación (opcional con pantalla táctil)
- Detector de nivel con señal de aviso.

AUTOFLOC MIXTO 2 COMPARTIMENTOS

Ventajas

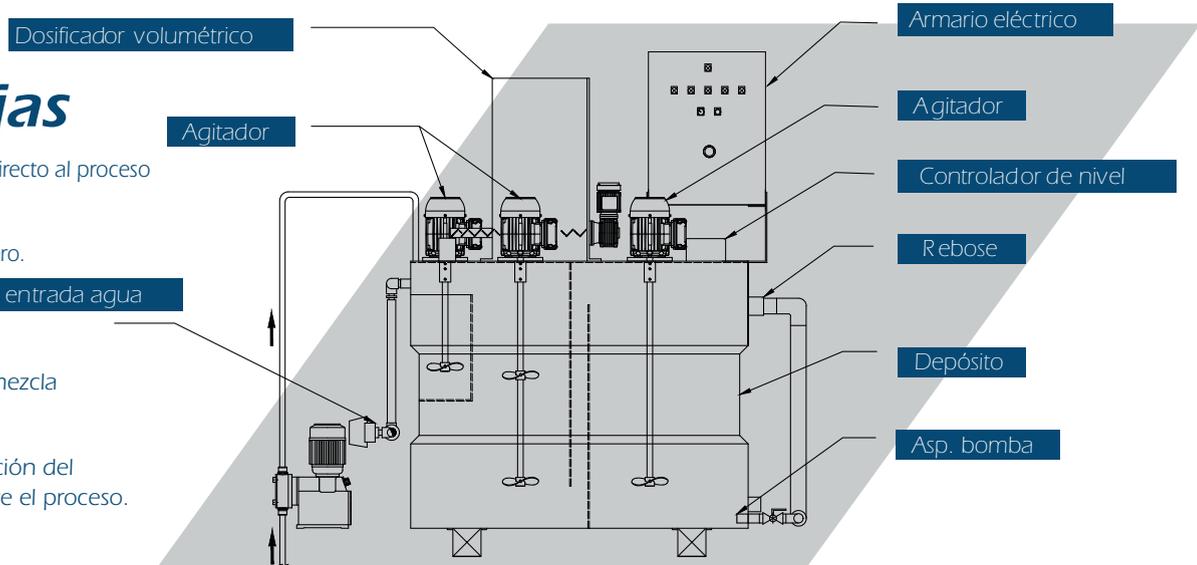
Permite el paso directo al proceso de dosificación.

Ahorro de polímero.

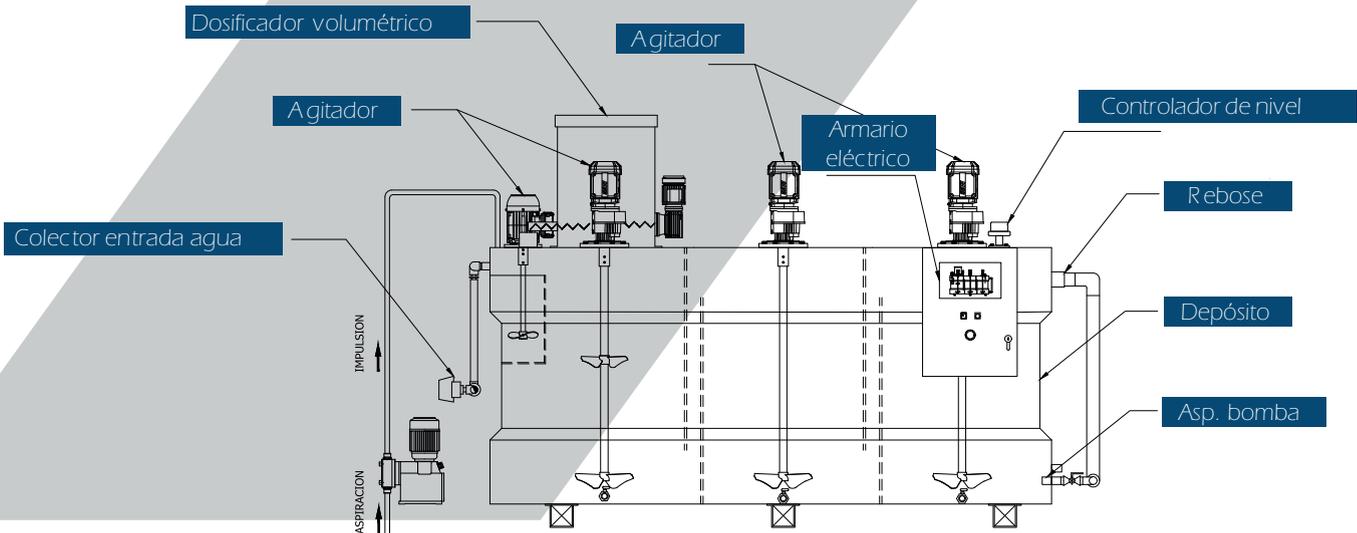
Colector entrada agua

Logra perfecta mezcla homogénea.

Máxima hidratación del polímero durante el proceso.



AUTOFLOC MIXTO 3 COMPARTIMENTOS





PREPARADOR MANUAL FluidMix®

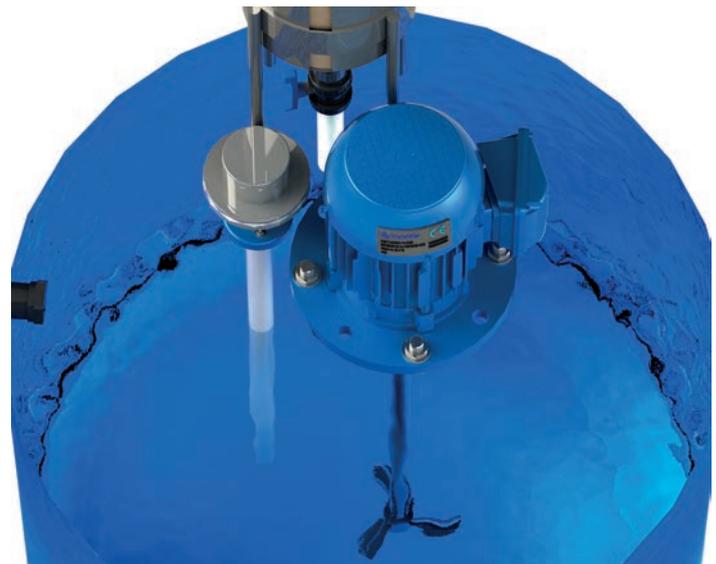
El sistema de preparación manual de polímero, se puede adaptar de acuerdo a la presentación suministrada, puede ser en polvo, en emulsión o sistema mixto.

PREPARADORES MANUALES DE POLÍMERO

El preparador manual, está diseñado para una preparación en batch.

Características principales:

- Depósito de polietileno de alta densidad. Grado alimenticio, resistente a sustancias altamente corrosivas y abrasivas.
- Capacidad de 250 a 5,000 L.
- Sistema de mezcla mediante un agitador de giro lento, lo que favorece la homogeneización de la solución y la creación de las cadenas de polímeros.
- Embudo de dilución con válvula de bola para regulación manual del polímero en polvo.
- Bomba dosificadora para polímero en emulsión.
- Detector neumático de nivel.
- Conexiones con válvula de bola en PVC (llenado y vaciado).





AGITADORES SUMERGIBLES

CRI-MAN se sitúa en el mercado como uno de los fabricantes de agitadores sumergibles más reconocidos a nivel mundial. Su gran calidad de materiales, fabricación y servicio son la base de esta prestigiosa marca.

Amplia gama de agitadores sumergibles utilizados para el procesamiento lodos, estiércol, biogás y efluentes industriales. Disponen de reductores planetarios, alta eficiencia de empuje axial, sistemas de doble sello mecánico, hélices autolimpiables, sensores de sonda térmica.



AGITADORES SUMERGIBLES



Serie TBM-TBMex

- Tipo: Agitador sumergible horizontal
- Reductor de engranajes planetarios.
- Hélice de acero inoxidable con perfil autolimpiable.
- RPM: 320 - 940 (50Hz)
- Potencia: 1,5 - 25 kW
- Empuje axial: 230 - 5396 N
- Caudal: 643 - 10138 m³/h
- Temperatura máxima de trabajo: 40 °C



Serie TBX

- Tipo: Agitador sumergible horizontal de acero inoxidable
- Fabricado entero en AISI 316.
- Hélice de acero inoxidable con perfil autolimpiable.
- RPM: 925 - 1400 (50 Hz)
- Potencia: 0,75 - 3 kW
- Empuje axial: 117 - 373 N
- Caudal: 279 - 1061 m³/h
- Temperatura máxima de trabajo: 40 °C



Serie AF

- Tipo: Agitador sumergible acelerador de flujo
- Reductor de engranajes planetarios de dos etapas.
- Palas poliamida y fibra de vidrio.
- Palas ajustables.
- Base de pala en acero inoxidable.
- RPM: 40 (50 Hz)
- Potencia: 1,5 - 5,5 kW
- Empuje axial: 1226 - 2943 N
- Caudal: 11490-17803 m³/h
- Temperatura máxima de trabajo: 40 °C



Serie TBHM

- Tipo: Agitador sumergible con motor hidráulico
- Hélice de acero inoxidable con perfil autolimpiable.
- Instalación fija con unidad hidráulica, o brazo móvil controlado con circuito hidráulico.
- Empuje axial: 3800 N
- Caudal aceite circuito hidráulico: max 90 l/min
- Presión aceite circuito hidráulico: max 160 bar (2318 psi)





Catálogo de Productos



AGROMAY - JEMA AGRO A/S



AGROMAY - JEMA AGRO desarrolla, produce y entrega una gama completa de sistemas de transporte para grano, semillas y otros granulados. La gama consiste en elevadores de cadena y de cangilones, transportadores de cadena, y cintas transportadoras.

Los productores de grano y semilla necesitan sistemas de transporte diseñados y construidos para las necesidades exactas de almacenamiento de sus cosechas. Los ganaderos necesitan grano y pienso almacenados y manipulados de manera eficiente y satisfactoria.

La gama de AGROMAY - JEMA AGRO es el resultado de más de 60 años de experiencia y continuo desarrollo en cooperación con nuestros clientes.

De esta manera, AGROMAY - JEMA AGRO es capaz de mantener y actualizar el desarrollo a través de la calidad y la flexibilidad. Nuestras soluciones de transporte han obtenido un reconocimiento internacional por su calidad y diseño de fácil manejo. Todas las unidades estándar pueden ser instaladas de manera que produzcan soluciones individuales para cumplir la demanda y necesidades de todos los clientes.

AGROMAY - JEMA AGRO A/S es la fusión de dos empresas familiares, creando un fuerte vínculo de Norte a Sur de Europa dirigido al resto del mundo.

1. Los productos son diseñados en un programa de diseño 3D.
- 2 y 3. La Mecanización se realiza en máquinas CNC de alta tecnología. Estas máquinas son compatibles con el programa de diseño, dando lugar a una reducción del plazo de entrega desde la construcción hasta el cliente.
4. Las piezas producidas en lotes son todas soldadas por robot.
5. Máquinas-Herramientas de última generación.

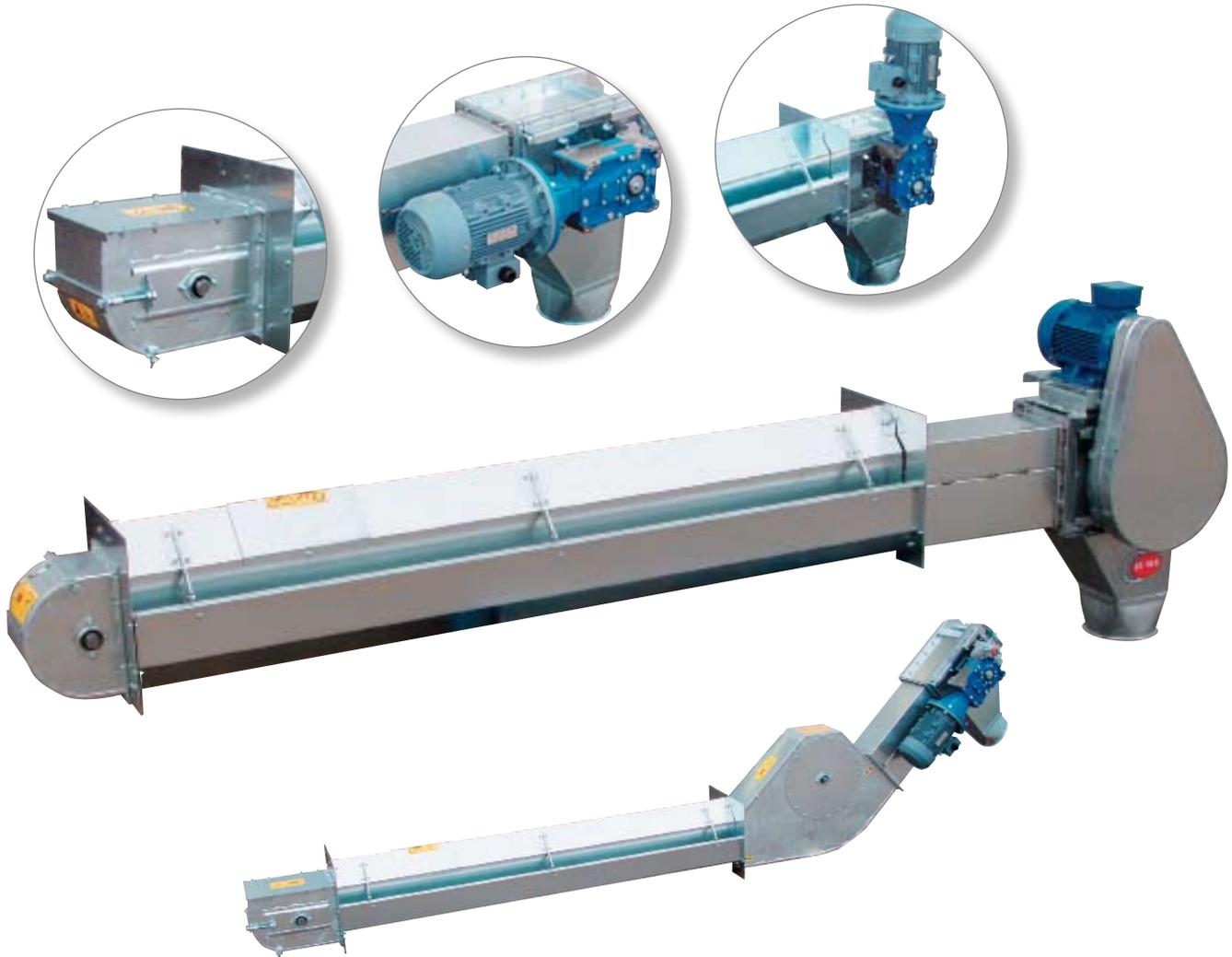




AGROMAY - JEMA AGRO A/S.....	2
Transportador de cadena T44, cap. 20-40 t/h.	4
Transportador de cadena T45, cap. 40-80 t/h.	4
Transportador de cadena T49, capacidad 80 t/h.....	6
Transportador de cadena T57, capacidad 120 t/h.....	6
Elevador de cadena T20/T40.....	8
Elevador de cangilones T53/T54/T55, cap. 25-120 t/h.....	10
Elevador de cadena T20/T40 cadena combinada y transportador T44/T45.	12
Transportador de cadena, cap. 30 t/h.	14
Transportador de cadena, cap. 50 t/h.....	14
Transportador de cadena T49, capacidad 80 t/h.	16
Transportador de cadena T57, capacidad 120 t/h.....	16
Cinta transportadora T19V, capacidad 50-80 t/h.....	18
Sistemas de Transporte – Ejemplos	20
Sistemas de Transporte – Ejemplos	22
Cinta transportadora T51/T52, capacidad 80-120 t/h.	24
Transportador distribuidor T37, capacidad 20-40 t/h	26
Transportador sinfín T31 para remolque, capacidad 30-40 t/h.....	28
Pasarela, escalera y plataforma	30
Tolva Descarga Granel	32
Sistemas Transportadores de grano.....	33
Sistema de Aspiración KF20, capacidad 20 t/h.....	34
Sistema de Aspiración KF40, capacidad 40 t/h.....	34
Accesorios	36

Transportador de cadena T44, cap. 20-40 t/h

Transportador de cadena T45, cap. 40-80 t/h



El transportador de cadena T44/T45 para instalación en tolva de carga a granel, consta de componentes de acero galvanizado de 1.5 mm. de espesor.

Varios de los elementos son los mismos que los del elevador de cadena T20/T40, por ejemplo; pie de arranque cerrado, cabeza motriz, cadena de rodillos con paletas de carga de goma remachadas.

Los tramos que conforman el transportador de cadena, fuera de la tolva de entrada de grano, son los mismos que los tramos para el elevador de cadena. Los transportadores de cadena T44/T45 pueden unirse con un codo de 45° o 90° y con

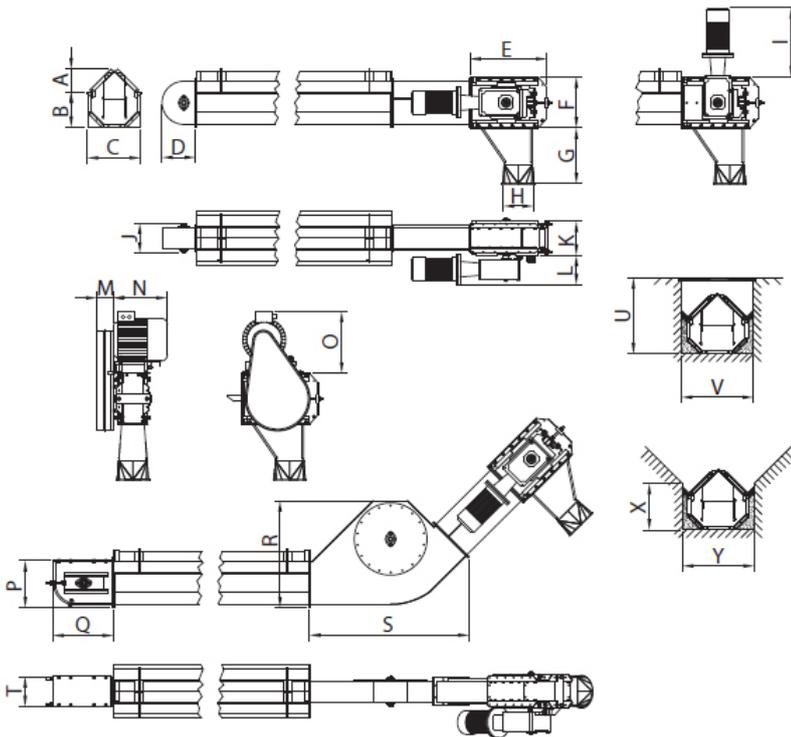
elevadores de cadena T20/T40, pueden combinar transporte horizontal y vertical a plena capacidad dirigidos desde un solo motor.

La capacidad del transportador de cadena se controla ajustando las placas de entrada en la tolva de admisión subiéndolas o bajándolas. T44 se puede ajustar de 20 t/h a 40 t/h, mientras que T45 se puede ajustar desde 40 t/h hasta 80 t/h. Para obtener el máximo de capacidad es esencial que el transportador sea horizontal y utilizar una motorización adecuada.

Los transportadores están compuestos de cabeza motriz, pie elevador de arranque

cerrado / sección de fijación, cadena de rodillos con paletas de carga de goma remachadas, tolva de admisión, brida de unión – tolva de admisión/ extensión y receptor de salida.

La cabeza motriz se ajusta con un mecanismo de fijación. T44/T45 pueden ser accionados por una correa V acanalada (1,000 r.p.m.) o por un motorreductor con rueda cónica. El motorreductor puede ser montado a ambos lados de la cabeza motriz



Medidas en mm.:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
T44	150	225	340	215	500	328	360	Ø 200	580	190	225	200
T45	165	225	405	215	500	328	360	Ø 200	580	230	285	200

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Y
T44	100	420	405	300	385	690	1025	190	430	400	300	400
T45	100	420	405	300	385	690	1025	225	470	460	300	460

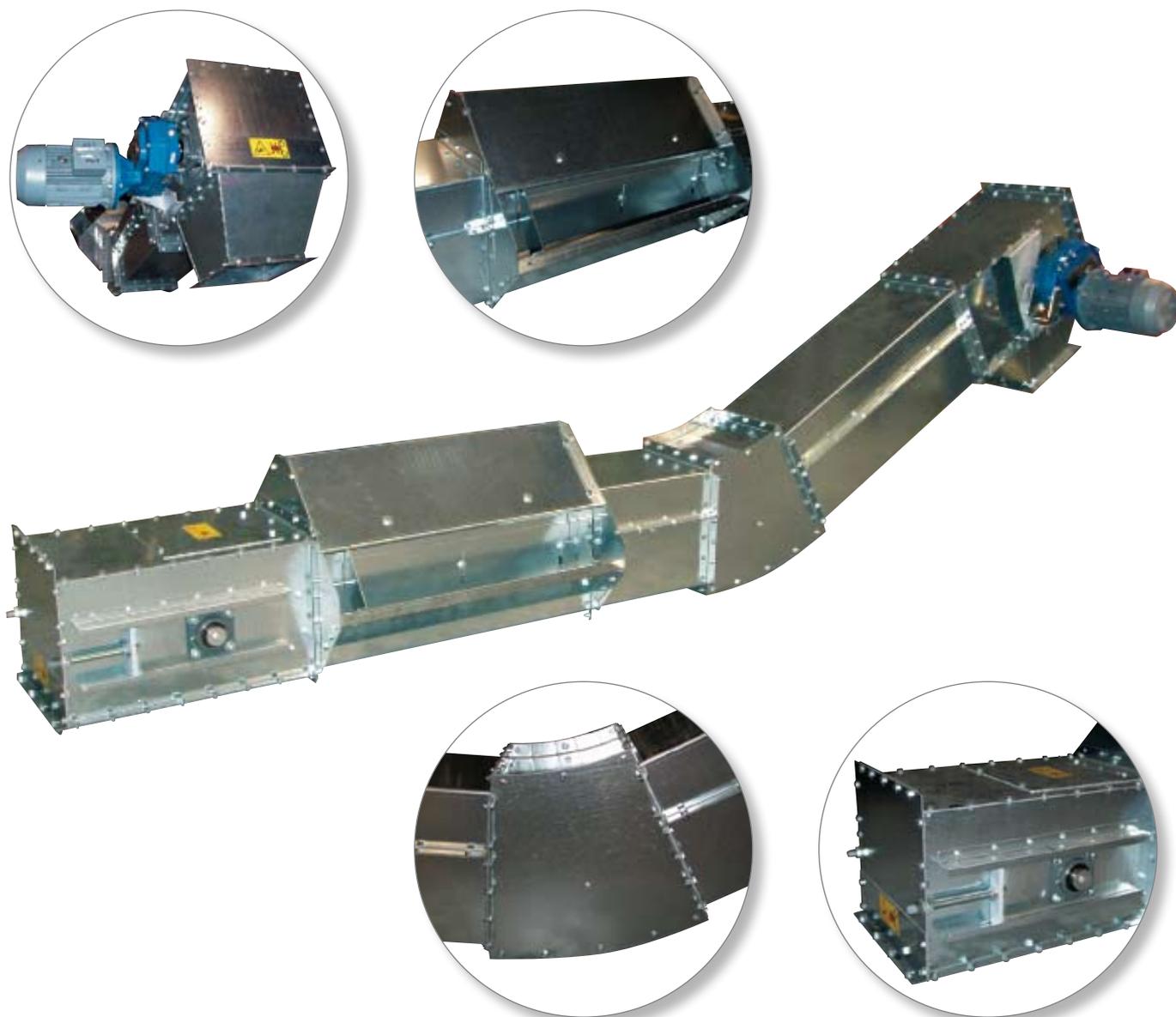
Consumo de potencia en Kw:

Longitud en metros		0-5	6-12	13-20	21-30	31-40	45-50
T44	20 t/h	2,2	2,2	2,2	3,0	4,0	5,5
	40 t/h	2,2	2,2	3,0	4,0	5,5	2 x 4,0
T45	60 t/h	2,2	2,2	3,0	4,0	5,5	2 x 4,0
	80 t/h	2,2	3,0	4,0	5,5	2 x 4,0	2 x 4,0

Capacidad en toneladas por hora:

	Conjunto de correa V acanalada	R.p.m	T44	T45
Motor 1.000 r.p.m	63-355	166	35 t/h	60 t/h
Motor 1.000 r.p.m	75-355	198	40 t/h	70 t/h
Motorreductor de rueda cónica		140	30 t/h	50 t/h
Motorreductor de rueda cónica		180	35 t/h	65 t/h
Motorreductor de rueda cónica		280	40 t/h	80 t/h

Transportador de cadena T49, cap. 80 t/h Transportador de cadena T57, cap. 120 t/h



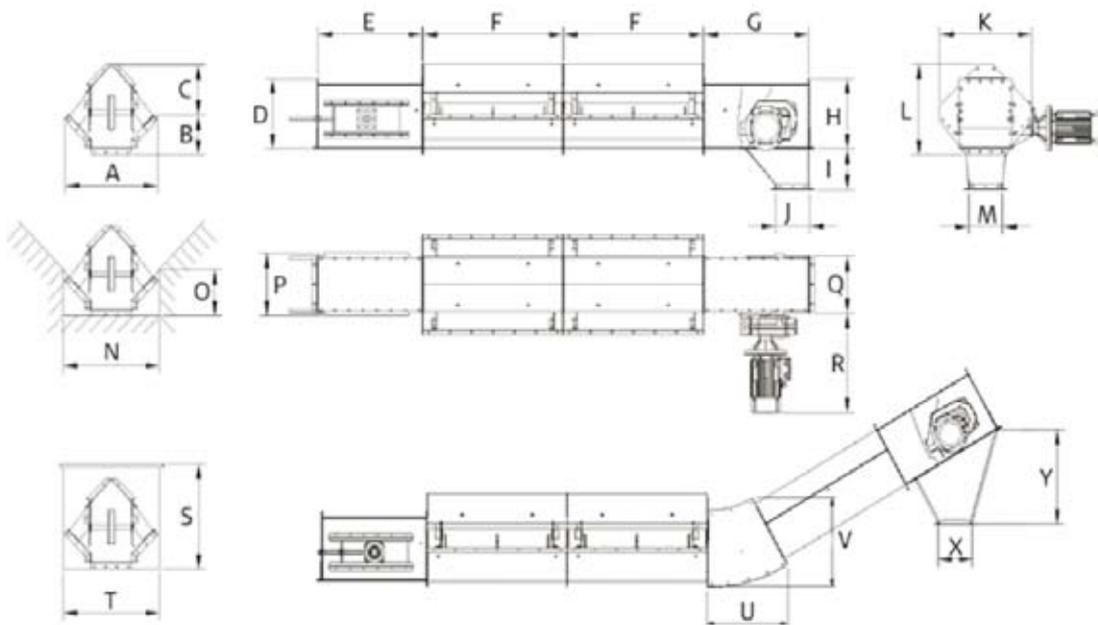
El transportador de cadena T49 y T57 para instalación en tolva de carga a granel, consta de componentes de acero galvanizado de 3,0 mm. de espesor.

Todas las piezas son fabricadas en máquinas CNC, y debido a este método de producción el transportador tiene un 100% de precisión en cada detalle. Resultando por tanto el montaje de la máquina muy sencillo. El transporte se realiza mediante una cadena de rodillos de acero equipada

con paletas de carga de plástico. Esto hace que el transporte sea casi silencioso, tranquilo y suave. El material de esta paleta es diferente dependiendo el tipo de producto a transportar.

Utilizando las placas de entrada ajustables, la capacidad del transportador de cadena puede ajustarse de forma continua desde plena capacidad descendiendo hasta el mínimo rendimiento de la máquina.

El transportador está compuesto de una cabeza motriz (0.75 m.), pie-sección de tensión (0.75 m.), tolva de admisión con entrada ajustable (1.0 m.), tramos-extensiones (2.0 m. - 1.0 m. - 0.5 m.), bridas de unión de la tolva de admisión / tramos-extensiones y equipo de operación para ajustar la capacidad de transporte.



Medidas en mm.:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
T49	660	260	340	460	750	1000	750	460	270	240	660	605
T57	800	260	340	460	750	1000	750	460	290	300	800	660

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Y
T49	240	660	310	400	400	650	580	590	570	600	240	630
T57	300	800	310	500	500	650	580	590	570	600	240	630

Consumo de potencia en kW:

Longitud en metros	0-5	6-7	8-13	14	15-21	22-24
T49	3	4	4	5,5	5,5	7,5
T57	4	4	5,5	5,5	7,5	11

Capacidad en toneladas por hora:

	T49	T57
Motorreductor 45 r.p.m. montado en posición horizontal.	80 t/h	120 t/h
Inclinado, o con 30° de curvatura, 60 r.p.m.	80 t/h	120 t/h

Elevador de cadena T20/T40



Los elevadores de cadena se componen de elementos estándar fabricados íntegramente en acero galvanizado. Una característica relevante es la gran capacidad, a pesar de la pequeña dimensión exterior, junto con un rápido y fácil montaje.

Los elevadores tienen un aprovechamiento muy eficiente de su altura total, ya que el conducto de salida tiene una posición muy elevada asegurando que solamente se pierdan 48 cm desde la parte más alta hasta el borde inferior del receptor de salida.

La entrada se sitúa lo más bajo posible, debajo del eje inferior del elevador. Los elevadores se fabrican de acero y se suministran con una cadena de máxima calidad de rodillos con palas de carga de goma remachadas.

Los elevadores funcionan eficientemente en todas las posiciones, de vertical a horizontal.

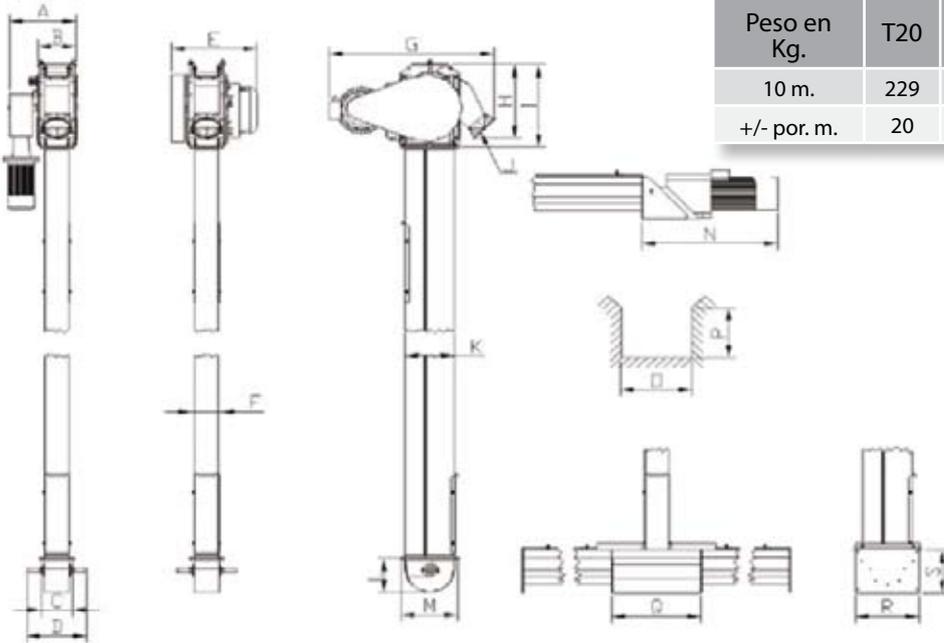
T20 y T40 constan de una cabeza motriz con un soporte de motor y una transmisión de correa V o cabeza motriz con motorreductor directo, pie-elevador de arranque, extensión de 2.5 m con tapa de inspección y cuerpos-extensiones de diferentes longitudes: 2.5 m - 2.0 m - 1.0 m - 0.5 m - 0.25 m - 0.125 m.

Cuando las extensiones se combinan de forma correcta, proporcionan longitudes del elevador desde 3.0 m a 20.0 m.

Los elevadores se pueden combinar para ambos transportes, horizontal y vertical, utilizando roscas sinfines laterales. El eje infe-

rior del elevador mueve ambos elementos, con lo que el mismo motor mueve el elevador junto con las roscas sinfines laterales; o las roscas laterales pueden ser accionadas separadamente por un motorreductor. La rosca sinfín lateral de la cuba se puede utilizar para alimentar ambas partes del elevador, derecha e izquierda. Las roscas tienen un diámetro de 135 con hélices de S60, S90 y S125 y están disponibles en diferentes longitudes: 2.0 m - 1.25 m - 1.0 m - 0.5 m.

Peso en Kg.	T20	T40
10 m.	229	292
+/- por. m.	20	25



Dimensiones totales de las roscas sinfines dia. 135 para T20 y T40.

Accionamiento separado con el motorreductor para la rosca sinfin dia. 135

Rosca sinfin hasta 6 m., 2.2 kW – 250 r.p.m.

Rosca sinfin hasta 6 m., 3.0 kW – 250 r.p.m.

Medidas en mm.:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
T20	378	215	175	335	505	135	890	440	500	160
T40	457	277	240	400	525	200	940	450	500	200

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
T20	280	215	320	760	400	300	500	355	265
T40	280	215	320	760	400	300	500	355	265

Capacidad de tonelada por hora:

T20 – admisión desde los dos laterales sin hélices	12
T20 – admisión desde los dos laterales con hélices	20
T20- Ø135, rosca sinfin S60 desde un lateral	12
T20- Ø135, rosca sinfin S90 desde un lateral	16
T20- Ø135, rosca sinfin S125 desde un lateral	20
T40, admisión desde los dos laterales con hélices Ø135	40
T20- Ø135, rosca sinfin S125 desde los dos laterales	40

Consumo de potencia en kW:

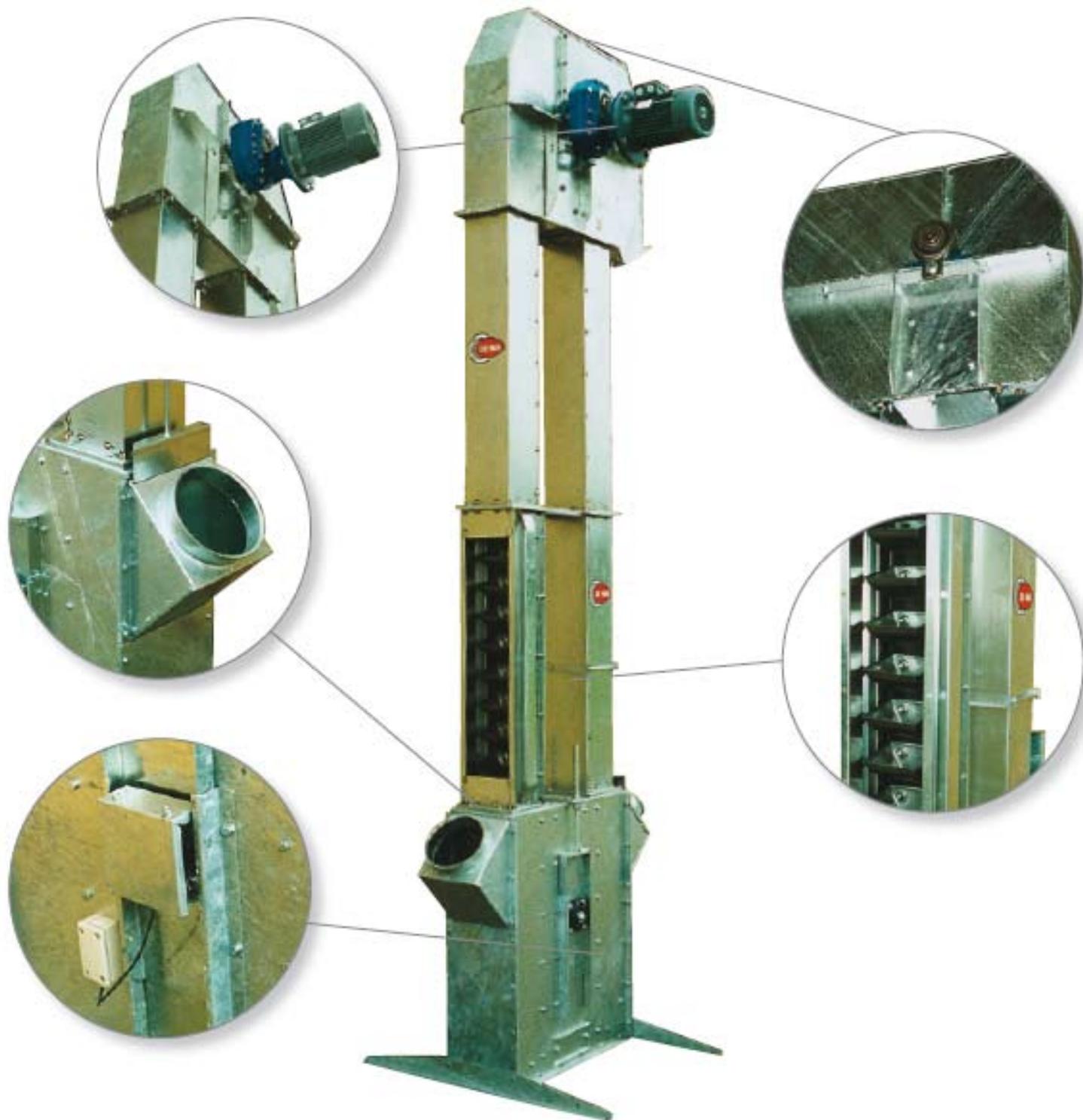
Longitud en metros	3-4	5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-16	17-18
T20	1,5	1,5	2,2	2,2	3,0	3,0	4,0	5,5
T40	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,5	5,5

Consumo extra de potencia por metro de rosca sinfin dia Ø135 = 0.35 kW.

Accesorios

- Roscas sinfines laterales
- Pieza de admisión
- Tolva

Elevador de cangilones T53/T54/T55, Cap.25-120 t/h



El elevador de cangilones AGROMAY -JEMA es un elevador de alta calidad, fabricado en acero galvanizado. Los elevadores de cangilones están disponibles en tres series: T53: 25-50 t/h; T54: 80 t/h y T55: 120 t/h

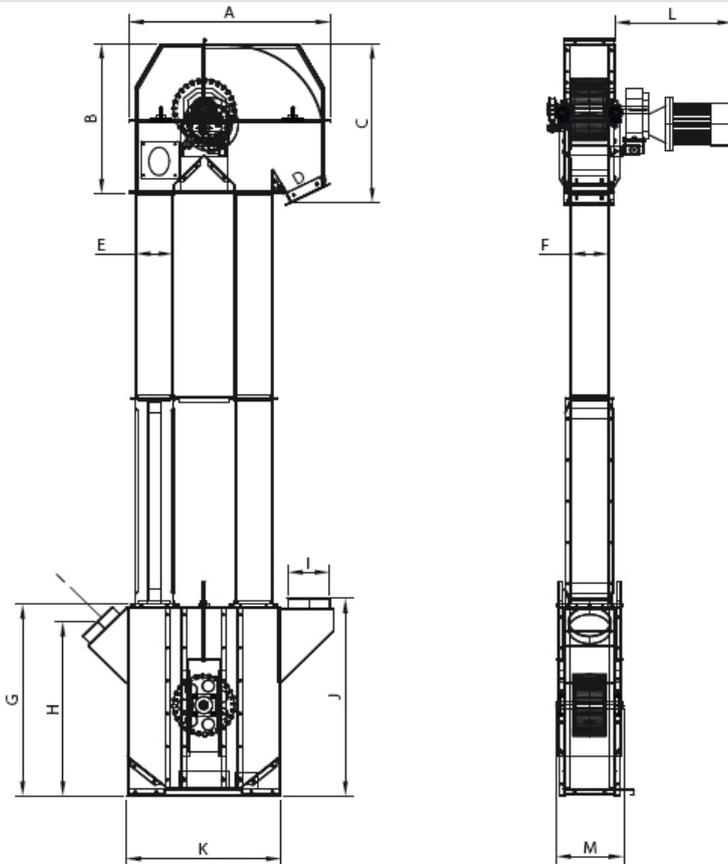
Los elevadores están diseñados y fabricados para mantener su estabilidad de funcionamiento, incluso en modelos de gran

altura, capaces de funcionar sin ningún tipo de dificultad durante muchas horas y forma continua.

Se suministran con motorreductores montados directamente o con transmisión de correa V (Sólo T53).

El elevador de cangilones se compone de:
Pie elevador de arranque, cabeza motriz –

ambas con cojinetes de bolas reforzados, soporte de motor, ajuste de banda en pie elevador de arranque, trampilla para la limpieza en las dos partes del pie de arranque, 1 receptor de entrada, cuerpo de 1.0 m. con dos tapas de inspección en las dos partes, cuerpos-extensiones de diferente longitud, bridas de sujeción entre cuerpos.



Accesorios

- Bloqueo antiretorno
- Monitor de control de velocidad
- Recibidor de entrada 45°
- Recibidor de entrada 90°

Medidas en mm.:

	A	B	C	D	E	F	G	H
T53	960	730	770	180 x 180	180	180	930	850
T54	1350	1060	1100	240 x 240	240	240	1175	1055
T55	1350	1060	1100	240 x 240	240	300	1175	1055

	I	J	K	L 2,2 kW	L 3,0 kW	L 4,0 kW	L 5,5 kW	M
T53	Ø200	970	735	500	500	530		325
T54	Ø250	1210	1100		520	550	580	440
T55	Ø300	1210	1100			550	580	500

Consumo de potencia en kW:

	T53 - 25 t/h	T53 - 50 t/h	T54	T55
2,2 kW	0-16 m.	0-5 m.		
3,0 kW	17-25 m.	6-10 m.	0-4 m.	
4,0 kW	26-30 m.	11-17 m.	5-8 m.	0-4 m.
5,5 kW		18-24 m.	9-14 m.	5-6 m.
7,5 kW		24-30 m.	15-22 m.	7-11 m.
11,0 kW			22-30 m.	12-20 m.
15,0 kW				21-30 m.

Elevador de cadena T20/T40 combinado con codo de 90°

Cadena y transportadores T44 / T45



Los elevadores de cadena se componen de elementos estándar fabricados íntegramente en acero galvanizado.

Una característica relevante es la gran capacidad, a pesar de la pequeña dimensión exterior, junto con un rápido y fácil montaje.

Los elevadores tienen un aprovechamiento muy eficiente de su altura total, ya que el receptor de salida tiene una posición muy elevada asegurando que solamente se pierdan 48 cm desde la parte más alta hasta el borde inferior del receptor de salida. La entrada se sitúa lo más bajo posible, de-

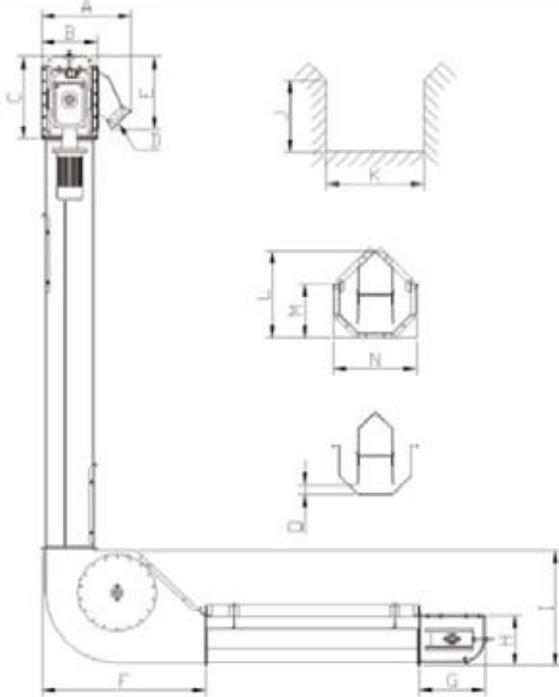
bajo del eje inferior del elevador. Los elevadores se fabrican de acero y se suministran con una cadena de máxima calidad de rodillos con palas de carga de goma remachadas.

Los elevadores de cadena T20/T40 pueden ser unidos con un codo de 90° y tolva de carga.

Además con la unión a transportadores de cadena T44/T45, podemos combinar transporte horizontal y vertical a plena capacidad accionados solamente desde un motor en la parte superior del elevador.

Estas máquinas se componen de una cabeza motriz con un soporte de motor y una transmisión de correa V o una cabeza motriz con tracción directa con motorreductor, extensión de 2.5 m con cubierta de inspección y tramos de diferentes longitudes: 2.5 m - 2.0 m - 1.0 m - 0.5 m - 0.25 m - 0.125 m, codo de 90°, tolva de carga para transportador de cadena y tramos de diferentes longitudes: 2.0 m, 1.25 m, 1.0 m, 0.5m. Combinando esos elementos el elevador vertical está disponible en pasos de 0.125 m, con el transportador de cadena disponible en tramos de 0.25 m hasta una longitud total de 20.0 m.

Capacidad 20-40 t/h



Dimensiones totales para la tolva de carga T44/T45

Capacidad

T20/T44	"O" Apertura	Tonelada /hora
Motorreductores 280 r.p.m.	15 mm.	5
	25 mm.	10
	35 mm.	15
	40 mm.	20
Motor 1500 r.p.m. Conjunto de correa V acanalada 63/355-71/400	15 mm.	20
	20 mm.	25
	25 mm.	30
	35 mm.	35
Motor 1500 r.p.m. Conjunto de correa V acanalada 63/355-71/400	40 mm.	40

Medidas en mm.:

	A	B	C	D	E	F	G	H
T20/T44	531	328	500	160	430	920	430	280
T40/T45	574	328	500	200	430	920	430	280

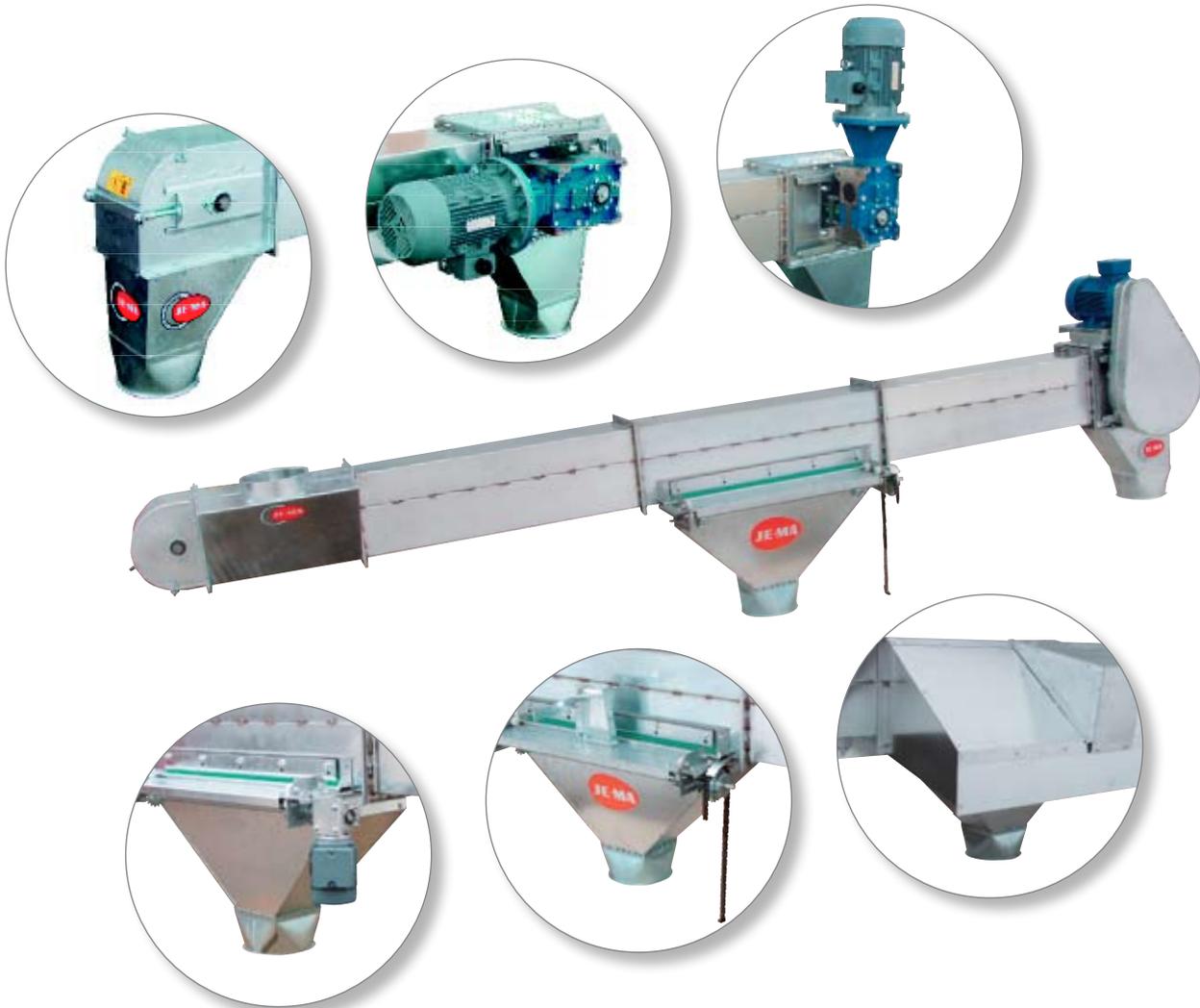
	I	J	K	L	M	N	O
T20/T44	690	300	400	365	230	350	10-100
T40/T45	690	300	400	385	230	410	10-100

Consumo de potencia en kW:

Altura metros	Longitud metros	2	3	4	5	6	7	8
		T20/T40						
4		2,2/3,0	2,2/3,0	2,2/3,0	2,2/3,0	3,0/3,0	3,0/4,0	3,0/4,0
5		2,2/3,0	2,2/3,0	2,2/3,0	3,0/3,0	3,0/4,0	3,0/4,0	3,0/4,0
6		2,2/3,0	2,2/3,0	3,0/3,0	3,0/4,0	3,0/4,0	3,0/4,0	4,0/4,0
7		2,2/3,0	3,0/3,0	3,0/4,0	3,0/4,0	3,0/4,0	4,0/4,0	4,0/5,5
8		2,2/3,0	3,0/4,0	3,0/4,0	3,0/4,0	4,0/4,0	4,0/5,5	4,0/5,5
9		3,0/4,0	3,0/4,0	3,0/4,0	4,0/4,0	4,0/5,5	4,0/5,5	4,0/5,5
10		3,0/4,0	3,0/4,0	4,0/4,0	4,0/5,5	4,0/5,5	4,0/5,5	5,5/5,5
11		3,0/4,0	4,0/4,0	4,0/5,5	4,0/5,5	4,0/5,5	5,5/5,5	5,5/5,5
12		4,0/4,0	4,0/5,5	4,0/5,5	4,0/5,5	5,5/5,5	5,5/5,5	5,5/5,5
13		4,0/5,5	4,0/5,5	4,0/5,5	5,5/5,5	5,5/5,5	5,5/5,5	
14		4,0/5,5	4,0/5,5	5,5/5,5	5,5/5,5	5,5/5,5		
15		4,0/5,5	5,5/5,5	5,5/5,5	5,5/5,5			
16		5,5/5,5	5,5/5,5	5,5/5,5				
17		5,5/5,5	5,5/5,5					
18		5,5/5,5						

Transportador de cadena T44, capacidad 30 t/h

Transportador de cadena T45, capacidad 50 t/h



Los transportadores de cadena se usan para transportar grano, harina y materiales granulados.

El transportador de cadena T44/T45 se compone de elementos en acero galvanizado de 1.5 mm. de espesor.

Varios de los elementos también se usan en el elevador de cadena T20/T40; pie elevador de arranque cerrado, cabeza motriz, cadena de rodillos con palas de carga de goma remachadas, e incluso los cuerpos-extensiones.

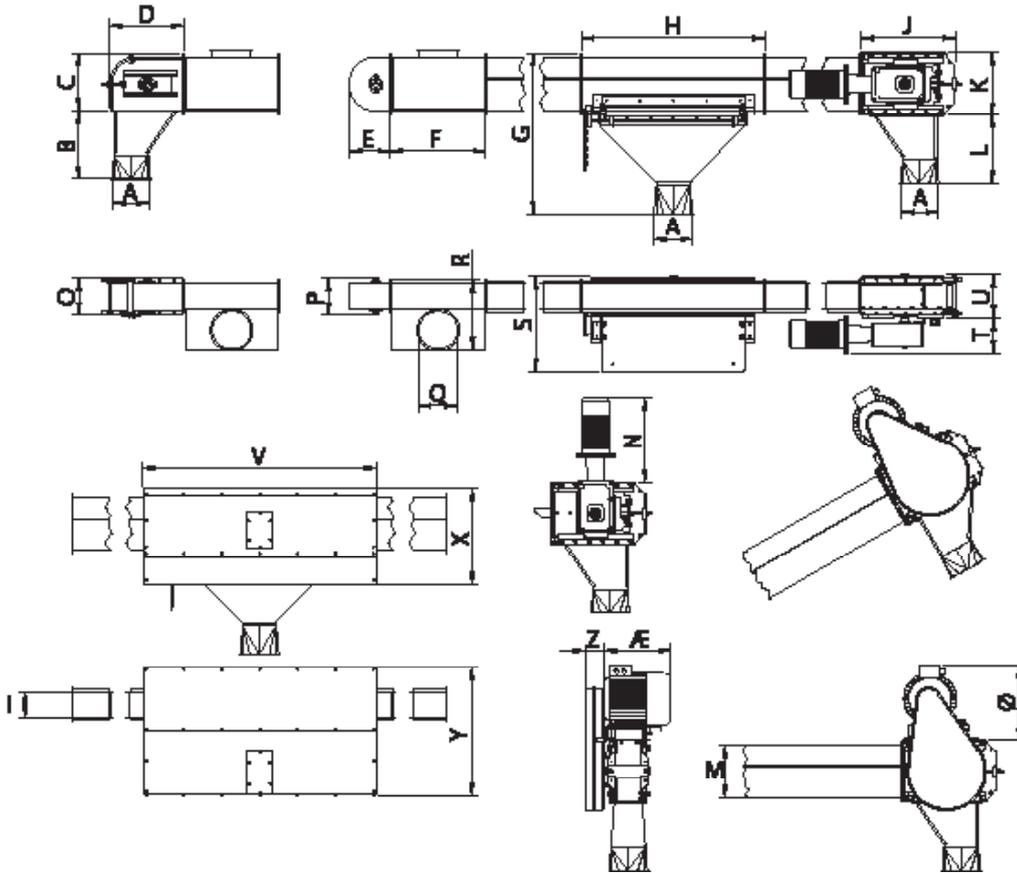
Se pueden instalar uno o más recibidores de entrada del material desde la parte derecha o izquierda, según se necesite.

Los válvulas de la salida pueden funcionar indistintamente con una unidad de control cableada o con un motor de control remoto.

Los transportadores de cadena están compuestos de cabeza motriz, pie elevador de arranque cerrado/sección de fijación, cadena de rodillos con palas de carga de goma remachadas, tramos de diferentes longitudes: 0.125 m, 0.25 m, 0.5 m, 1.0 m, 2.0 m, 2.5 m y recibidor de salida.

La cabeza motriz se ajusta con un mecanismo de fijación. T44/T45 pueden funcionar con una transmisión de correa V (1,000 rpm.) o con un motorreductor de rueda cónica. El motorreductor se puede montar en la parte derecha o izquierda de la cabeza motriz.

Posibilidad de accionamiento reversible.



Medidas en mm.:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
T44	Ø 200	360	300	385	215	500	845	1000	135
T45	Ø 200	360	300	385	215	500	845	1000	200

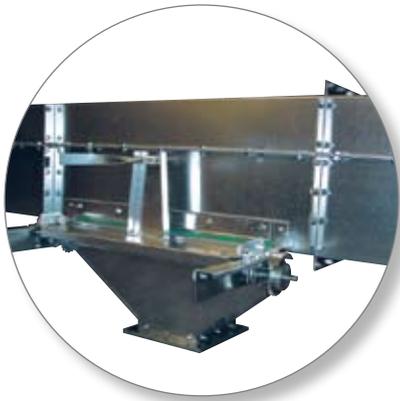
	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
T44	500	328	360	280	580	190	190	Ø 200	375
T45	500	328	360	280	580	255	230	Ø 200	440

	S	T	U	V	X	Y	Z	Æ	Ø
T44	500	200	225	1220	505	675	100	420	405
T45	564	200	285	1220	505	675	100	420	405

Consumo de potencia en kW:

Longitud en metros		0-5	6-12	13-20	21-32	33-50
T44	20 t/h	2,2	2,2	2,2	3,0	4,0
	30 t/h	2,2	2,2	3,0	4,0	5,5
T45	40 t/h	2,2	2,2	3,0	4,0	5,5
	50 t/h	2,2	3,0	4,0	5,5	2 x 4,0

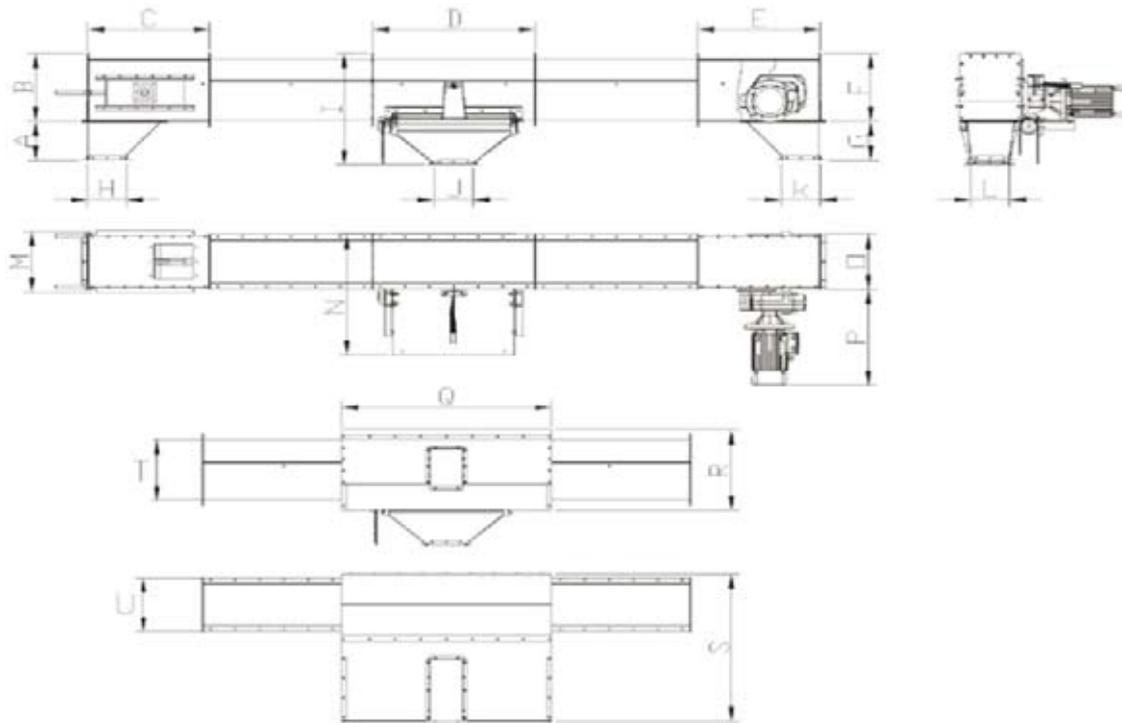
Transportador de cadena T49, capacidad 80 t/h Transportador de cadena T57, capacidad 120 t/h



El transportador de cadena T49 y T57 está fabricado en acero galvanizado de 3.0 mm de espesor. Todas las piezas son fabricadas en máquinas CNC, y debido a este método de producción el transportador tiene un 100% de precisión en cada detalle. Resultando por tanto el montaje de la máquina muy sencillo.

El transporte se realiza mediante una cadena de rodillos de acero equipada con paletas de carga de plástico. Esto hace que el transporte sea casi silencioso, tranquilo y suave. El material de esta paleta es diferente dependiendo el tipo de producto a transportar.

El transportador de cadena se puede suministrar con una o varias salidas. Las salidas pueden funcionar manualmente con accionamiento por cadena, o equipadas con un motor para control remoto eléctrico. El transportador de cadena se compone de cabeza motriz (0.75 m), sección de tensión (0.75 m), salidas intermedias (1.0 m) y extensiones (2.0 m – 1.0 m – 0.5 m).



Medidas en mm.:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
T49	270	470	750	100	750	470	270	240	770	240	240
T57	270	470	750	100	750	470	290	300	770	300	300

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
T49	240	400	870	400	650	1300	550	1020	420	370
T57	300	500	970	500	650	1300	550	1120	420	480

Consumo de potencia en kW:

Longitud en metros	0-4	5	6-8	9-13	14	15-21	22-32
T49	3	3	4	4	5,5	5,5	7,5
T57	3	4	4	5,5	5,5	7,5	11,0

Capacidad de tonelada por hora:

	T49	T57
Motor de engranajes 45 r.p.m. montado en posición horizontal.	80 t/h	120 t/h
Inclinado, o con 30° de curvatura, 60 r.p.m.	80 t/h	120 t/h

Cinta transportadora T19V, capacidad 50-80 t/h



La cinta transportadora T19V es un sistema modular basado en elementos estándar, los cuales, cuando se combinan correctamente, se ajustarán a cualquier plan de transporte.

Dos modelos dependiendo el ancho de banda transportadora (25-50 toneladas/152 mm. de anchura y 80 toneladas/303 mm. de anchura) la cual transporta grano, semilla y otros materiales granulados a través de una tolva especial con forma de U.

Desde el principio, cuando se diseñó, la intención era hacer una cinta transportadora, con unas dimensiones exteriores pequeñas, poco peso, y un rápido y fácil montaje. Las cintas transportadoras T19V

son perfectas para el transporte horizontal y ligeramente elevado, el material puede ser transportado indistintamente hacia ambos lados.

Las cintas transportadoras se componen de una sección de accionamiento, una sección de ajuste, secciones de extensión y una posible sección de descarga.

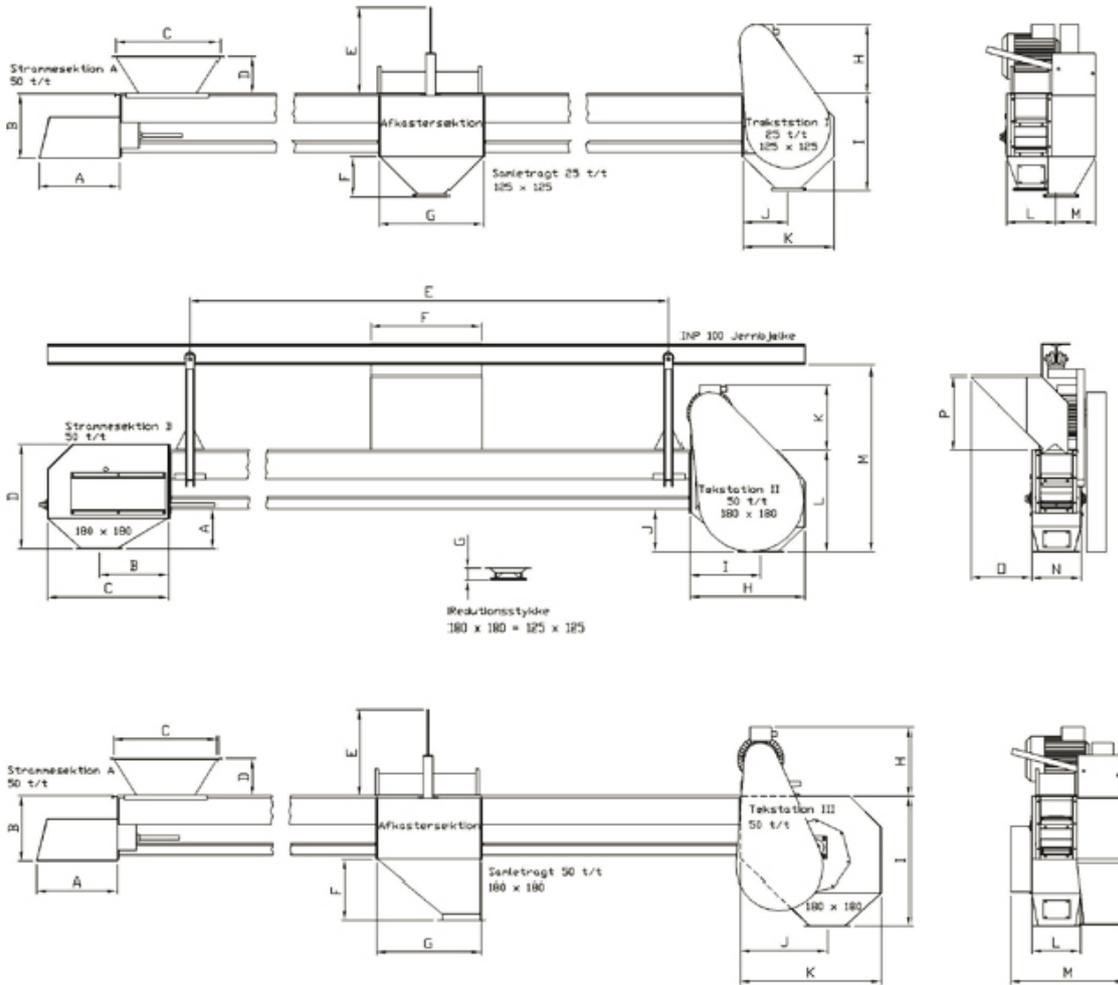
Las extensiones adicionales están disponibles en tamaños desde 0.5 m hasta 2.5 m.

Una vez montada es posible obtener longitudes de hasta 50 m. en tramos de 0.25 m.

Si el material tiene que ser descargado en varias posiciones a lo largo de la cinta transportadora, se pueden ajustar una (o

más) secciones de descarga en cualquier sitio deseado. Las cintas transportadoras T19V son especialmente apropiadas para una suspensión móvil en raíles especiales.

Es posible descargar cualquier material continuamente sobre toda la longitud del raíl y a las dos partes del receptor de entrada.



Peso en kg.:

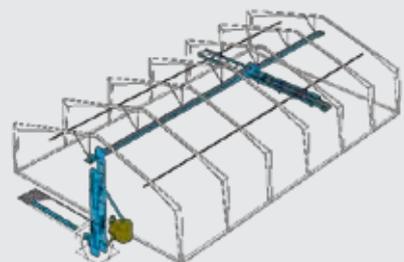
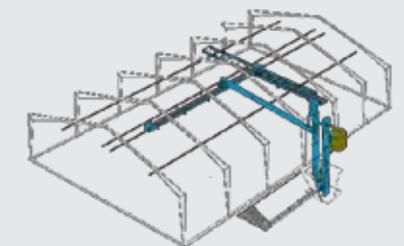
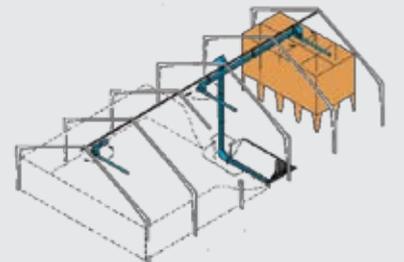
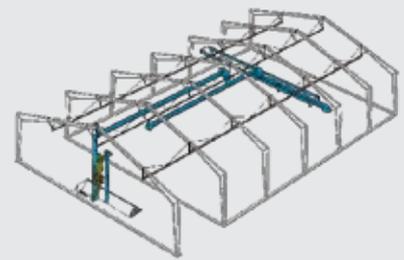
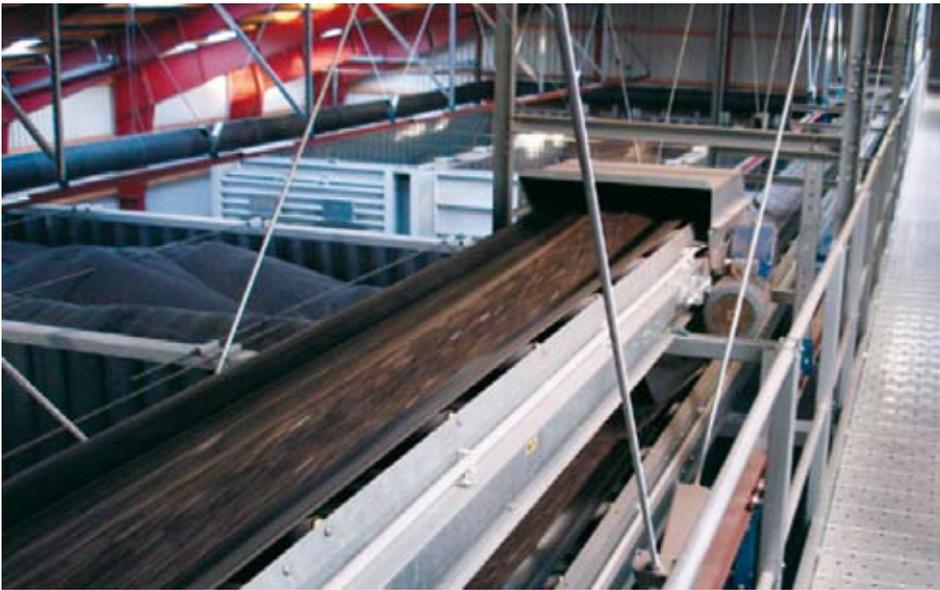
Capacidad	Cabeza Motriz I	Cabeza Motriz II	Cabeza Motriz III	Sección de tensión A	Sección de tensión B	Extensión 1m.
25 t/h	36	50	75	9	28	17
40-50 t/h	36	50	75	9	28	17

Consumo de potencia en kW:

Capacidad		1,1 kW	1,5 kW	2,2 kW	3 kW	4 kW	5,5 kW	7,5 kW
25 t/h	1.500 r.p.m.	-6 m.	7-10 m.	11-15 m.	16-25 m.	26-38 m.	39-50 m.	
40-50 t/h	1.500 r.p.m.		-5 m.	6-9 m.	10-15 m.	16-22 m.	23-36 m.	37-50 m.

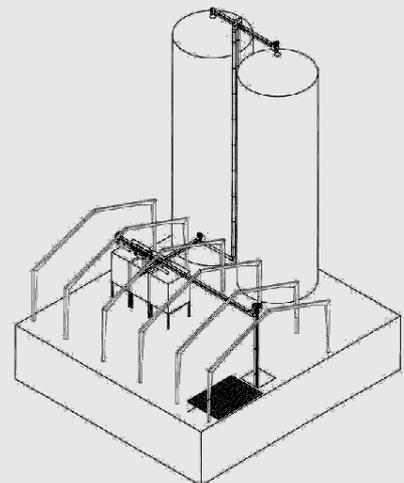
Sistemas de Transporte – Ejemplos





Sistemas de Transporte – Ejemplos





Cinta transportadora T51/T52, capacidad 80-120 t/h



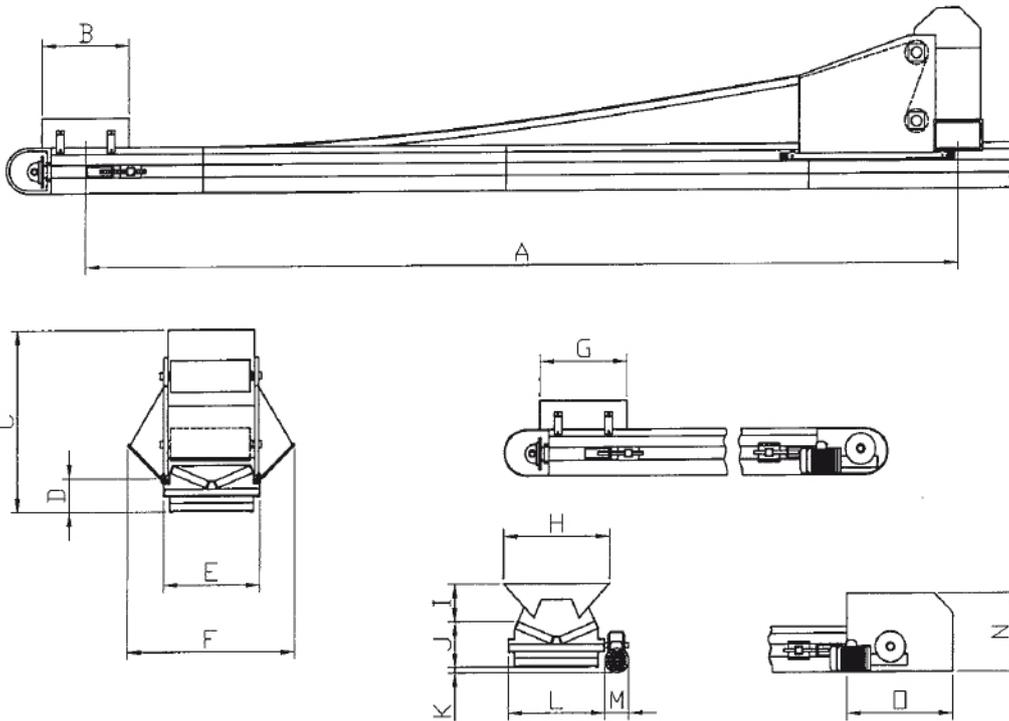
Las cintas transportadoras modelo T51/T52

- Diseñadas como un sistema modular estándar.
- Fabricación en placa de acero galvanizado.
- Bajo consumo de energía por tonelada transportada.
- T51 tiene una capacidad de hasta 80 t/h (grano).
- T52 tiene una capacidad de hasta 120 t/h (grano).
- Posibilidad de transporte en ángulos hasta 35° desde una posición horizontal – con el uso de transportadores de carga, pero con una capacidad menor.
- Las cintas transportadoras pueden transportar el material en ambas direcciones.

- Disponibles en anchuras de 500 mm. y 650 mm. respectivamente.
- Las cintas transportadoras además se suministran con placas laterales de 15 cm, carro tripper, rodillos guía etc.
- T51/T52 está disponible para un montaje fijo con descarga desde uno o los dos extremos – o a lo largo del transportador con carro tripper.
- Montaje sobre guías móviles con o sin mando electrónico automático.
- Utilización en casi cualquier material.

Estándar

- Cabezal Motriz 1.0 m. con motorreductor helicoidal.
- Sección de ajuste 1.0 m.
- Secciones intermedias 1.0 m. – 2.0 m.
- Calidad de la cinta: NK 250/2, 3+1.0
- Rodillos transportadores laterales: posicionados en V/ cada 0.5 m.
- Rodillos de retorno laterales, cada 2.0 m.
- Posible ajuste de la banda en los dos extremos.



Medidas en mm.:

	A	B	C	D	E	F	G
T51	Mín. 5000	700	1140	300	680	1100	700
T52	Mín. 5000	850	1140	300	830	1370	850

	H	I	J	K	L	M	N	O
T51	700	225	300	70	680	200	500	600
T52	850	225	300	70	830	200	500	600

Peso en kg.:

	T51	T52
Cabecal Motriz (1.0 m.) con motor de 2.2 kW	110	131
Cabecal Motriz (1.0 m.) con motor de 3,0 kW	135	156
Cabecal Motriz (1.0 m.) con motor de 4,0 kW	141	162
Sección de ajuste (1.0 m.)	73	94
Extensión 1.0 m.	25	31
Carro tripper	115	148
Peso de grano por metro del transportador	24	36

Consumo de potencia en kW:

	2,2	3,0	4,0	2 x 3,0	2 x 4,0
T51	2,0-14,0 m	15,0-39,0 m	40,0-59,0 m	60,0-100,0 m	
T52	2,0-9,0 m	10,0-24,0 m	25,0-39,0 m	40,0-69,0 m	70,0-100,0 m

Accesorios

- Banda resistente al aceite
- Tambores de carga vulcanizados
- Placas laterales 15 cm.
- Tolva de alimentación en acero galvanizado
- Faldón de evacuación de acero galvanizado
- Carro tripper móvil
- Rodillos guía
- Rodillos dobles para una suspensión móvil
- Sistema especial de raíles para transporte cruzado
- Tornos eléctricos para un sistema de llenado y nivelación automático

Transportador distribuidor T37, capacidad 20-40 t/h



El uso del transportador distribuidor T37 proporciona una solución simple a la distribución del grano en todas las áreas, incluso en espacios con techo bajo.

El transportador se monta en la salida de la cinta transportadora o del transportador de cadena. Desde esta posición el transportador puede girar 360° y así llenar silos interiores o almacenes.

El T37 montado en una cinta transportadora T19V puede distribuir el grano uniformemente sobre todo el área, si se equipa con una unidad rotatoria y controles eléctricos; se puede dirigir automáticamente.

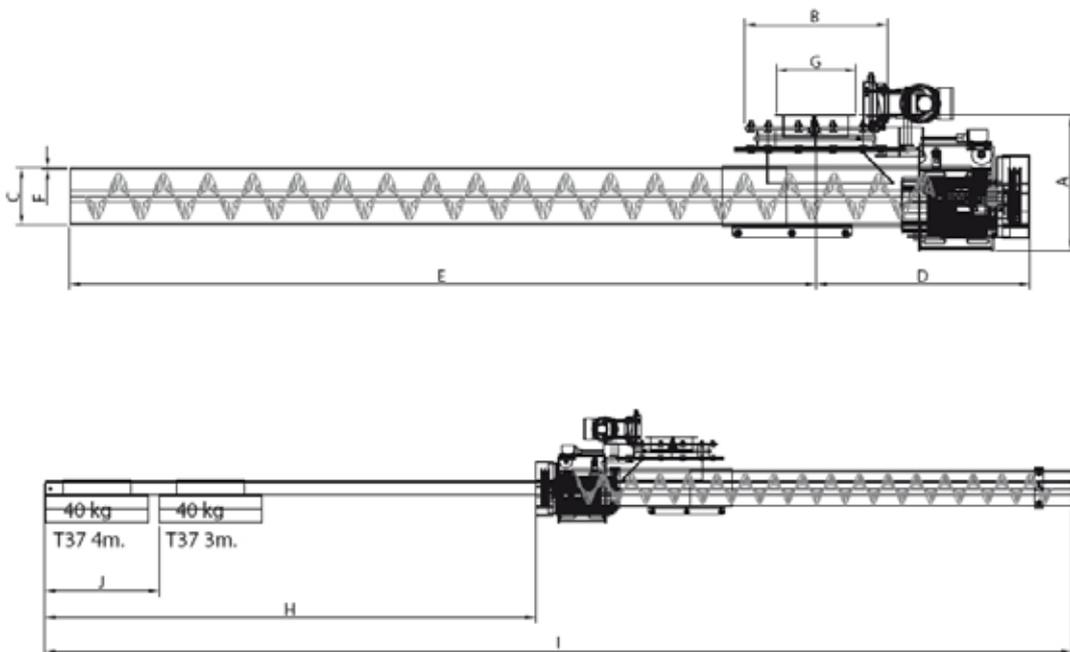
La distribución uniforme de granos húmedos e impurezas tiene la ventaja de que no son descargados juntos, en un cono de grano.

El transportador distribuidor puede ser suministrado en las siguientes longitudes:

Longitudes de 2.0 m - 3.0 m - 4.0 m. Los transportadores de longitudes de 3.0 m - 4.0 m deben suministrarse con un contrapeso. El conducto del transportador está fabricado en PVC de alta resistencia.

Accesorios

- Unidad eléctrica de giro con controles eléctricos
- Unidad eléctrica de giro sin controles eléctricos
- Contrapeso para transportadores de 3 m. y 4 m.



Medidas en mm.:

A	B	C	D	E	F	G	H	I
380	400	160	650	2000-3000-4000	10	180 x 180	2150	4500

Capacidad	Conjunto de poleas	Motor
20 t/h	A63-Ø24	1,5 kW - 1500 r.p.m.
40 t/h	A80-Ø24	1,5 kW - 1500 r.p.m.

Peso en kg.:

Longitud en m.	Peso incl. motor	Barra de contrapeso	Contrapeso	El. unidad giro
2,0 m.	52 kg.	-	-	40 kg.
3,0 m.	60 kg.	19 kg.	40 kg.	40 kg.
4,0 m.	68 kg.	19 kg.	40 kg.	40 kg.

Transportador sinfín T31 para descarga de remolque, capacidad 30-40 t/h



El transportador sinfín T31 para el montaje en remolque basculante.

- Calidad del producto: T31 en acero galvanizado.
- Funciona con un motor hidráulico potente desde el sistema hidráulico del tractor o camión.
- Puede plegarse para un transporte más seguro.
- T31 tiene una capacidad de 30 a

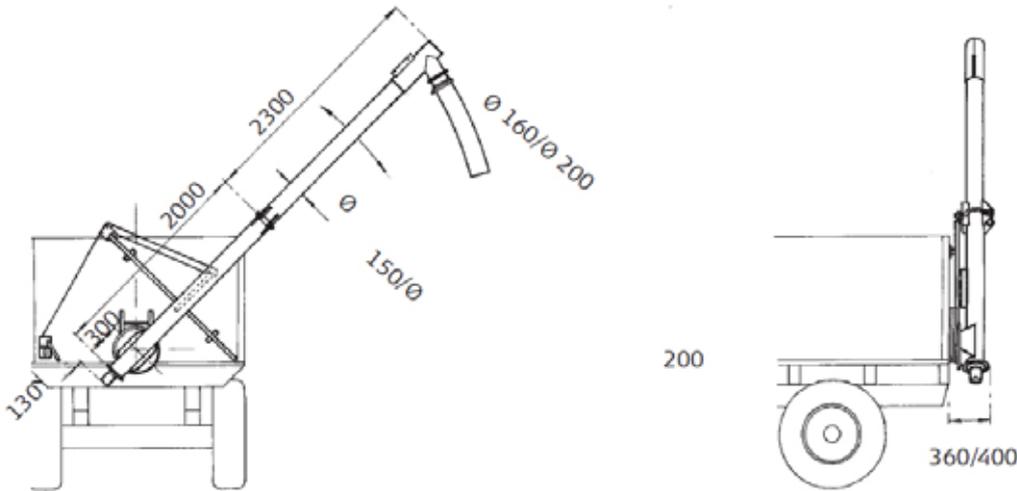
40 toneladas por hora a un ángulo de 45°.

- Puede ser manejado y operado por una persona.
- Fácil de desmontar para limpieza.
- Puede montarse en ambas partes del remolque, derecha e izquierda.
- Puede utilizarse en varios remolques.
- 4 metros de longitud.
- Operativo en todos los ángulos

debido al circuito de rotación montado.

Estándar:

- Rosca sinfín 150 mm., motor hidráulico OMP 50, ajustes de montaje, escuadra de cierre, cabestrante con cable y manguera flexible de evacuación de 1.0 m. (sin control eléctrico, válvula y mangueras de aceite a presión).



Peso en kg.: (cabeza, pie, tubo, rosca sinfín y tolva)

Longitud en m.	T31
3	80
4	91
5	102
6	113

Capacidad de tonelada por hora:

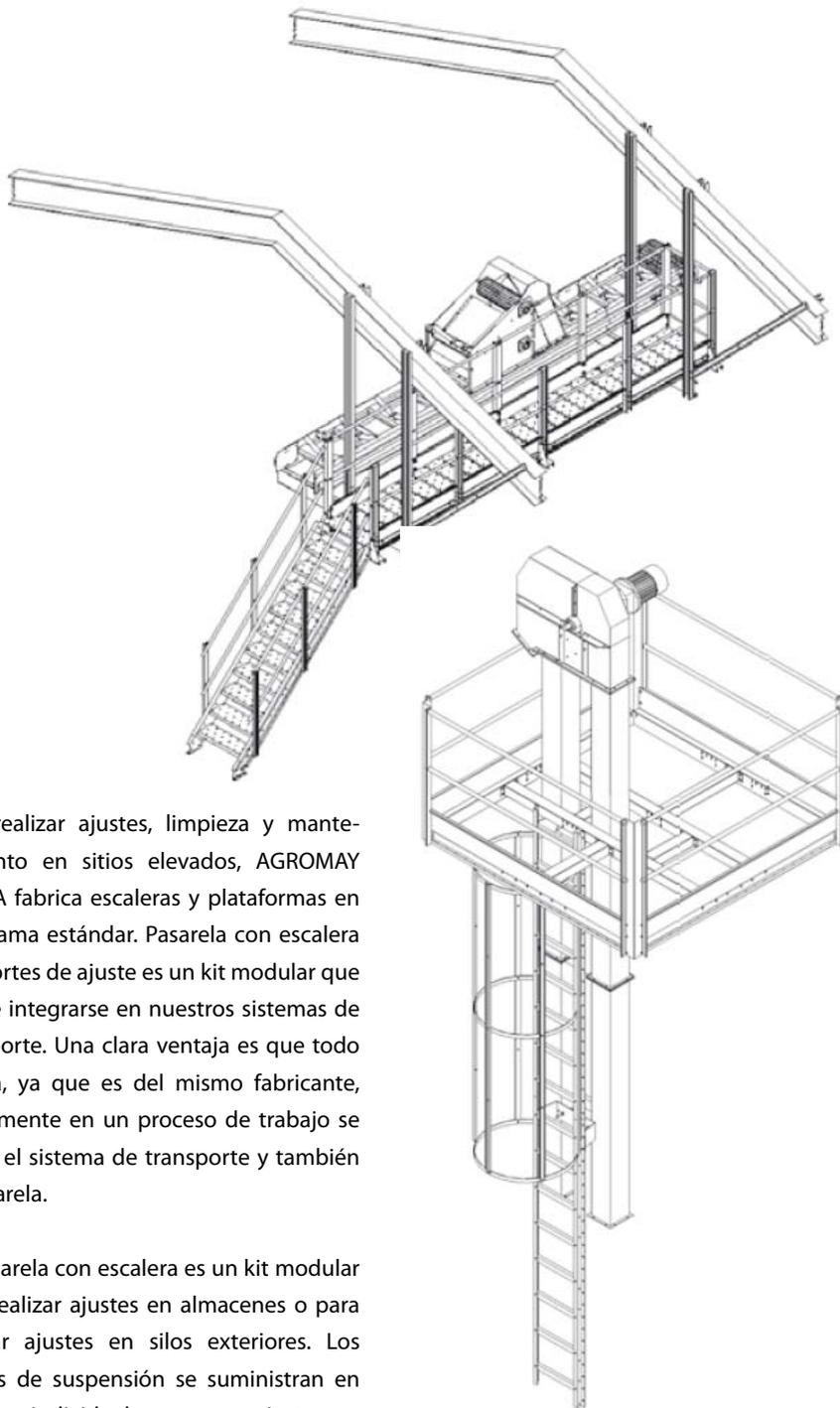
Litro aceite/min.	R.p.m.	T31			
		Grano		Fertilizante	
		45°	65°	45°	65°
30	600	30	20	35	25
45	900	40	25	45	30

Accesorios

- Control eléctrico, válvula con interruptor y cable 15,0 m.
- Mangueras de aceite a presión de 2 x 6 m. con filtro y acoplamiento.
- Mangueras de aceite a presión de 2 x 10 m. con filtro y acoplamiento.
- Kit de montaje (escuadrado de cierre, pieza de empalme, llave de ajuste Ø400 mm., cabestrante con cable y ajustes y carril tensor con ajustes)

Pasarela, escalera y plataforma





Para realizar ajustes, limpieza y mantenimiento en sitios elevados, AGROMAY - JEMA fabrica escaleras y plataformas en una gama estándar. Pasarela con escalera y soportes de ajuste es un kit modular que puede integrarse en nuestros sistemas de transporte. Una clara ventaja es que todo encaja, ya que es del mismo fabricante, y solamente en un proceso de trabajo se ajusta el sistema de transporte y también la pasarela.

La pasarela con escalera es un kit modular para realizar ajustes en almacenes o para realizar ajustes en silos exteriores. Los ajustes de suspensión se suministran en tamaños individuales para que ajusten en toda clase de construcciones como parte del sistema de transporte.

La plataforma y las secciones de escalera encajan en los elevadores de cangilones T53, T54, T55. La plataforma está fabricada con perfiles de acero que son ajustados in situ.

Hemos llevado a cabo nuestros cálculos estáticos de resistencia de la pasarela y soporte debajo de la pasarela a una distancia de más de 6 m. Las pasarelas, escaleras y plataformas de AGROMAY - JEMA cumplen con todas las condiciones de uso y con la aprobación en la UE.

Solución total

- Unidades modulares
- Soportes universales
- Homologado según los estándares de la U.E.

Tolva Descarga Granel



¡El nivel freático o las aguas subterráneas no serán problema imposible de resolver!

Con la tolva de descarga situada en el suelo puede descargar el grano en la propia tolva de recepción, y además transportarlo todo de forma automática mediante en el sistema de transporte que usted elija.

Es posible incrementar una o más extensiones laterales. La tolva se suministra en secciones de 1,0 m. e instalar el transportador de cadenas, este puede extenderse hasta una longitud de 15,0 m. Instalada con una rosca sinfín lateral al elevador de cadena,

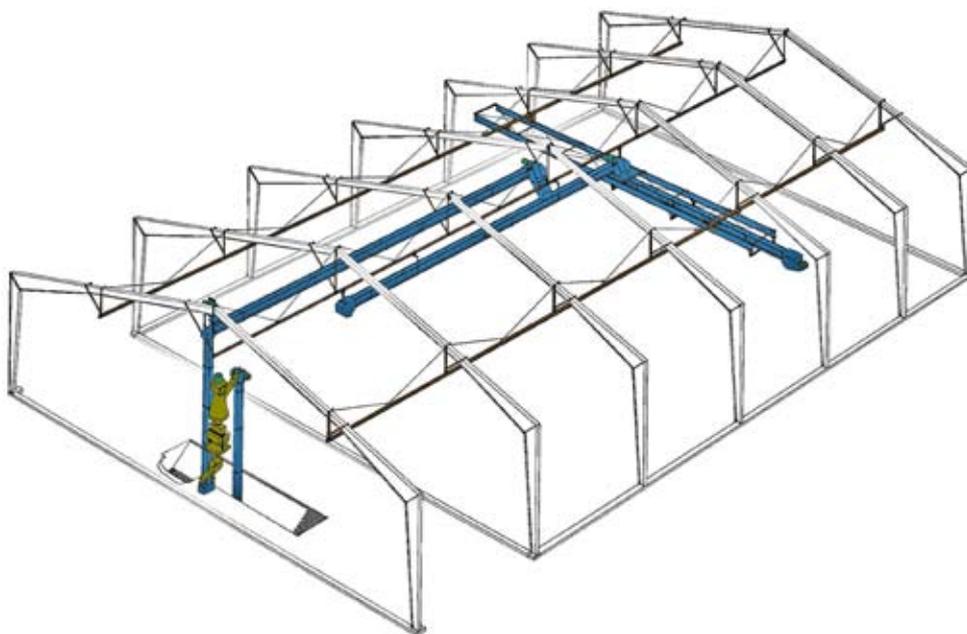
la tolva puede extenderse a una longitud de 8,0 m.

La anchura de la tolva basculante es de 1,66m., y la altura es de 82 cm. Cada extensión lateral es de 40 cm. de altura.

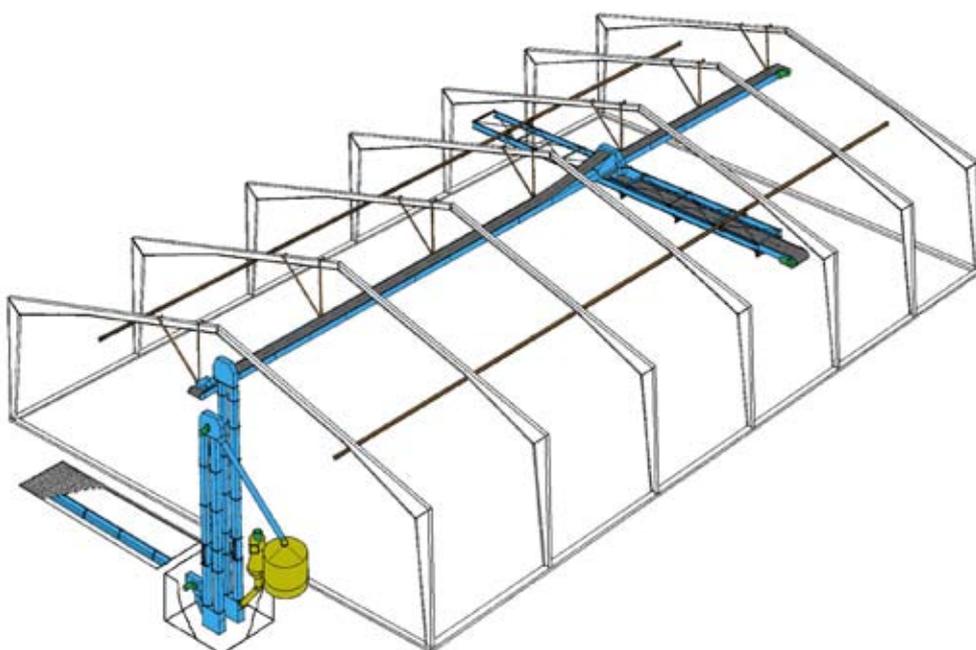
La tolva basculante se ajusta a los transportadores de cadena T44 - T45 - T49 - T57, y a las roscas sinfín laterales de AGROMAY - JEMA para los elevadores de cadena T20 - T40. Con esta gama de opciones, la tolva se puede vaciar con capacidades de 12 t/h hasta 120 t/h.

Fabricada de placa de acero galvanizado de 1.5 mm., la tolva se suministra con componentes estándar, lo que hace que el montaje sea fácil. La tolva basculante se puede utilizar para muchos fines. Entre otras cosas puede situarse como tolva al fondo de un foso (no es resistente al agua). Además puede situarse en el suelo para evitar la filtración de agua subterránea.

Sistemas de transportadores de grano



Sistema de cinta clásico A, B, C, con capacidad de 25-50 t/h.



Sistema de cinta transportadora con capacidad de 80-120 t/h.

Sistema de Aspiración KF20, capacidad 20 t/h

Sistema de Aspiración KF40, capacidad 40 t/h



Los sistemas de aspiración KF se utilizan para separar las impurezas ligeras del grano; maíz, arroz, trigo, guisantes, alubias, etc.

Puede ser instalado a la recepción de la cosecha, después del secado y antes de la descarga.

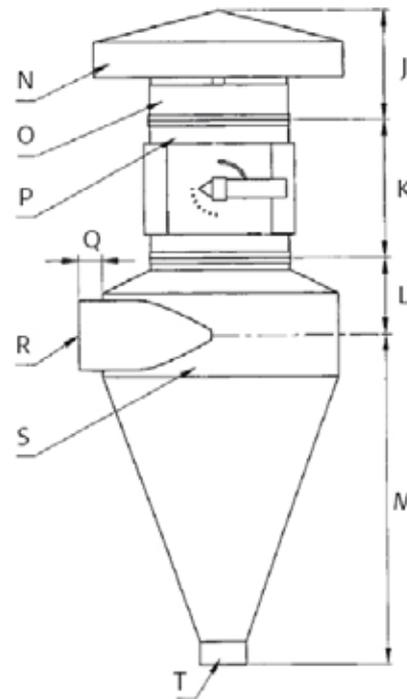
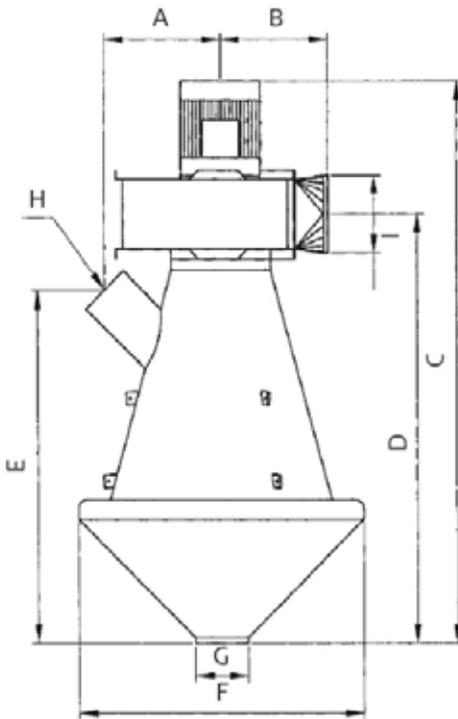
Sistema modular flexible:

Los reguladores del ventilador y de la toma de aire del sistema son unidades independientes.

El ventilador y el regulador pueden localizarse en cualquier punto de la tubería. Es necesario un fácil acceso al regulador, la posición ideal es estar cerca a la salida/ciclón, así se puede observar el efecto de cualquier ajuste.

Modo de operación:

Trabajando en el principio de aspiración, el producto a limpiar cae a través de una corriente de aire ascendente en movimiento, generada por el ventilador. Las partículas más ligeras son levantadas por esta corriente de aire y llevadas a través de la salida. El producto limpio es descargado a través de la salida inferior.



Medidas en mm.:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
KF20	315	291	1330	1015	830	Ø730	Ø160	Ø160	Ø200
KF40	440	420	2119	1612	1330	Ø1080	Ø200	Ø200	Ø300

Ciclón

Medidas en mm.:

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
20 t/h	420	400	310	910	Ø750	Ø400	Ø400	80	Ø200	Ø830	Ø160
40 t/h	470	600	360	1410	Ø970	Ø600	Ø600	100	Ø300	Ø1020	Ø200

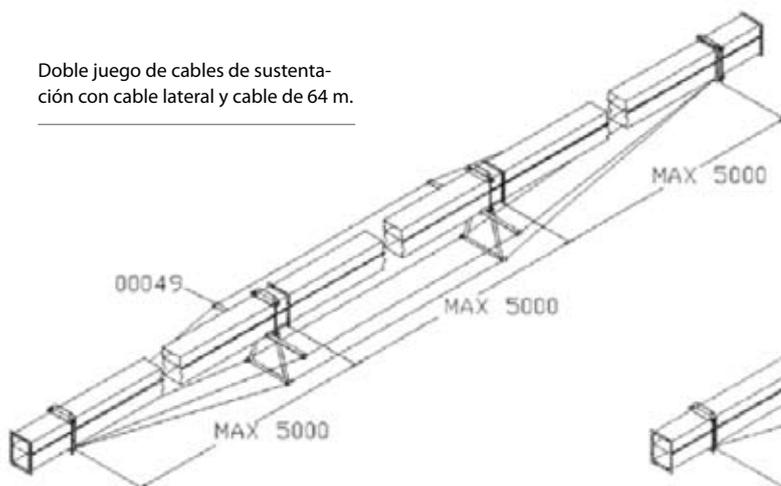
Características técnicas:

	FK20	KF40
Capacidad máx. (cebada) tonelada por hora	20	40
Potencia del motor kW	1,5	5,5
Velocidad del motor r.p.m.	3000	3000
Peso (motor incl.) kg	105	250
Tubo máx recomendado longitud desde la salida del ventilador *) m	15 (Ø200)	15 (Ø300)
Forma del motor	Brida estándar	

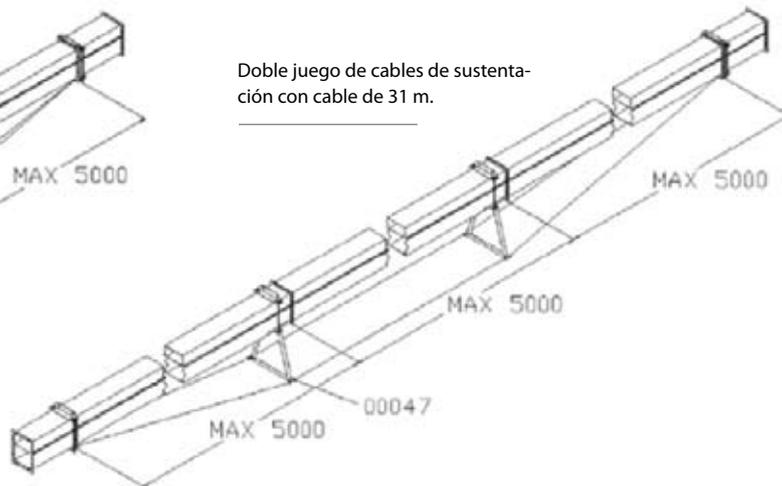
* Horizontal, incluye dos codos de 90° y ciclón (una longitud excesiva podría reducir la eficiencia de la limpieza).

Accesorios

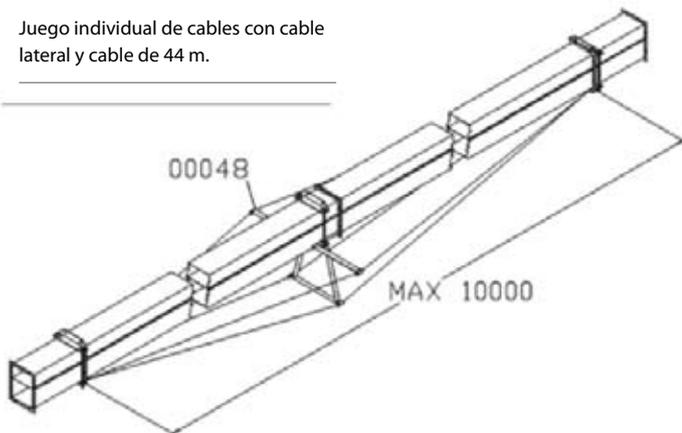
Doble juego de cables de sustentación con cable lateral y cable de 64 m.



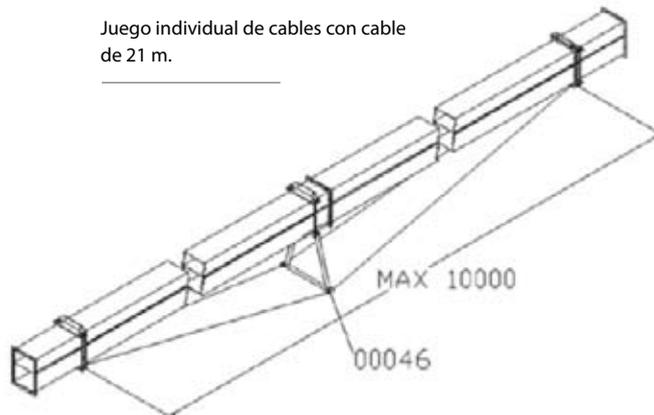
Doble juego de cables de sustentación con cable de 31 m.



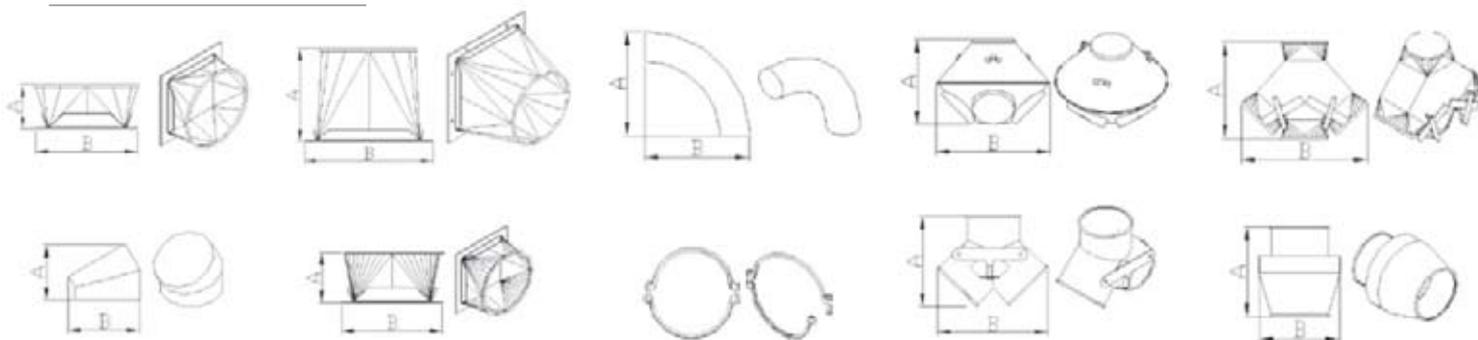
Juego individual de cables con cable lateral y cable de 44 m.



Juego individual de cables con cable de 21 m.



Tubos, recibidores, válvulas, distribuidores, reducciones, abrazaderas, codos...



Accesorios

A través de los años hemos suministrado sistemas de transporte para muchos tipos de construcciones e instalaciones de almacenamiento, tanto interiores como exteriores.

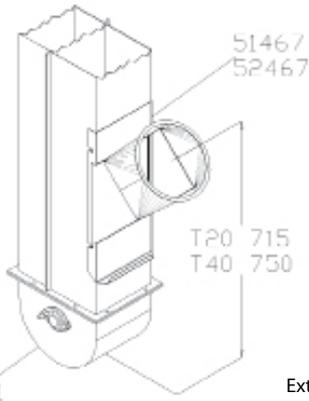
Esto nos ha proporcionado un gran conocimiento y entendimiento de cómo realizar

sistemas de transporte con una duradera eficiencia, fiabilidad, durabilidad y seguridad.

Con una amplia gama de accesorios de AGROMAY - JEMA AGRO es posible instalar y ajustar exactamente máquinas estándar

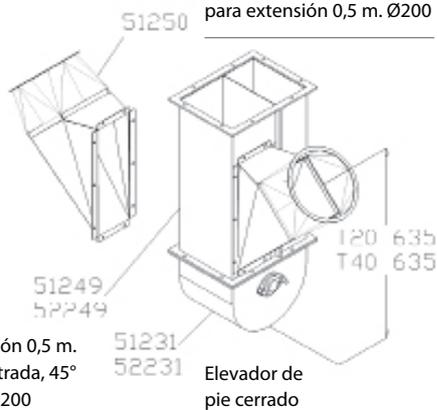
y así hacer cumplir su función de la forma más correcta. En estas páginas mostramos una pequeña selección de nuestra gama de accesorios.

Cubierta de inspección con entrada, 45° OK160/Ø200



Elevador de pie cerrado

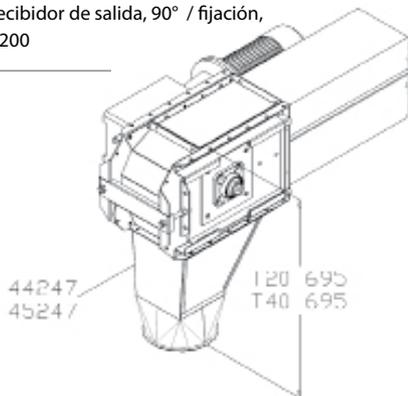
Entrada de 45° para extensión 0,5 m. Ø200



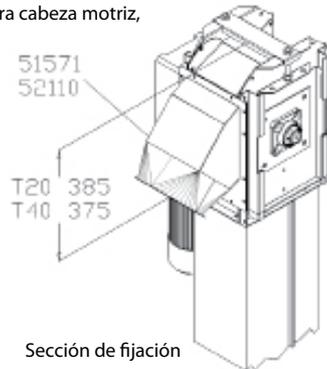
Extensión 0,5 m. con entrada, 45° D o I, Ø200

Elevador de pie cerrado

Recibidor de salida, 90° / fijación, Ø200



Recibidor de 45° para cabeza motriz, OK160/Ø200



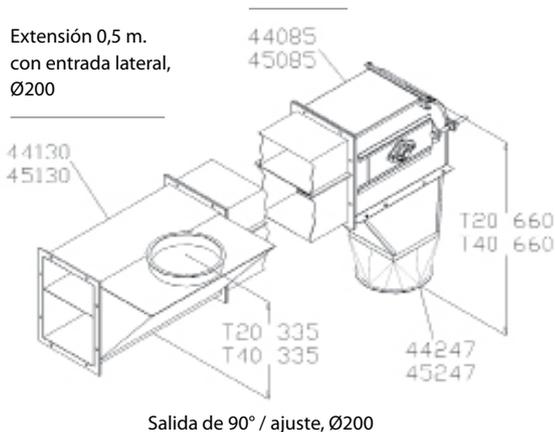
Sección de fijación

Entrada para el elevador de arranque flex, OK160/Ø200

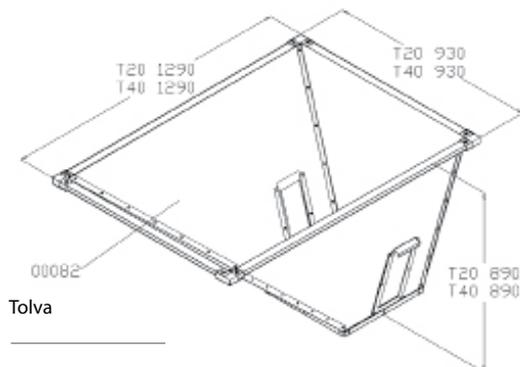


Elevador de arranque Flex

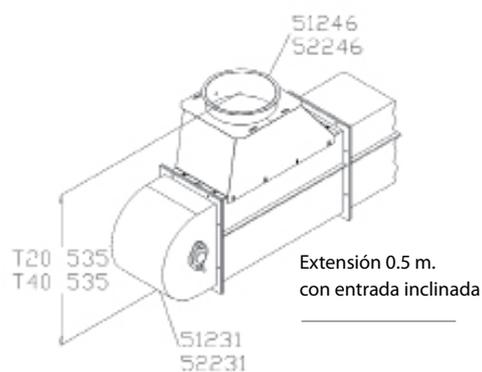
Extensión 0,5 m. con entrada lateral, Ø200



Salida de 90° / ajuste, Ø200



Tolva



Extensión 0,5 m. con entrada inclinada

AGROMAY S.L.
C. Los Yébenes, 71 - 28047 Madrid - España
Tlf. (+34) 91 509 99 00

www.agromay.com



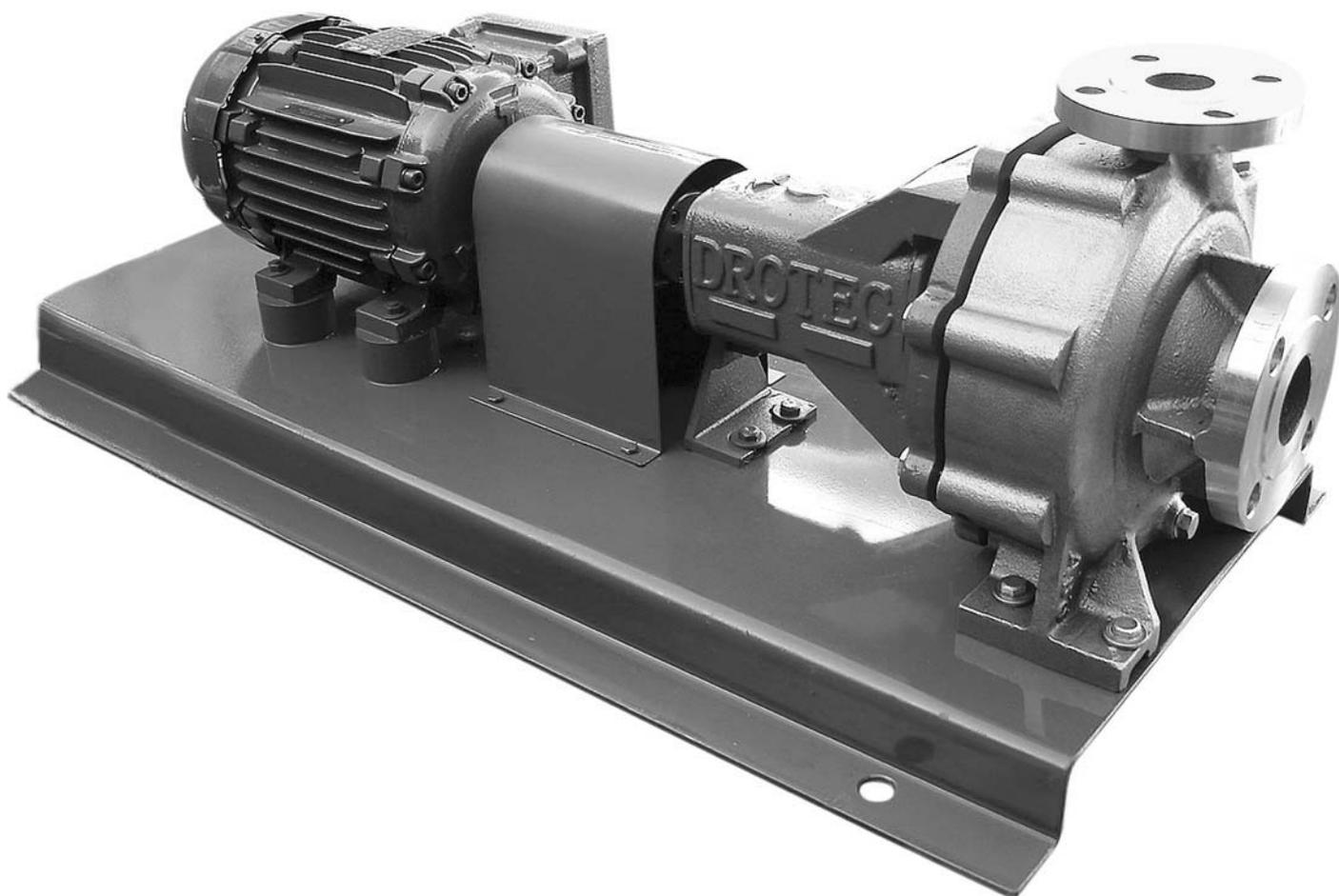


drotec

BOMBAS INDUSTRIALES

Seguridad en impulsión y conducción de fluidos

Serie NDQ



BOMBAS CENTRÍFUGAS NORMALIZADAS

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Bombas centrífugas con dimensiones de acuerdo con DIN 24255. La serie NDQ ofrece 32 modelos usando solo 3 tamaños de soportes, aportando flexibilidad e intercambiabilidad de piezas.

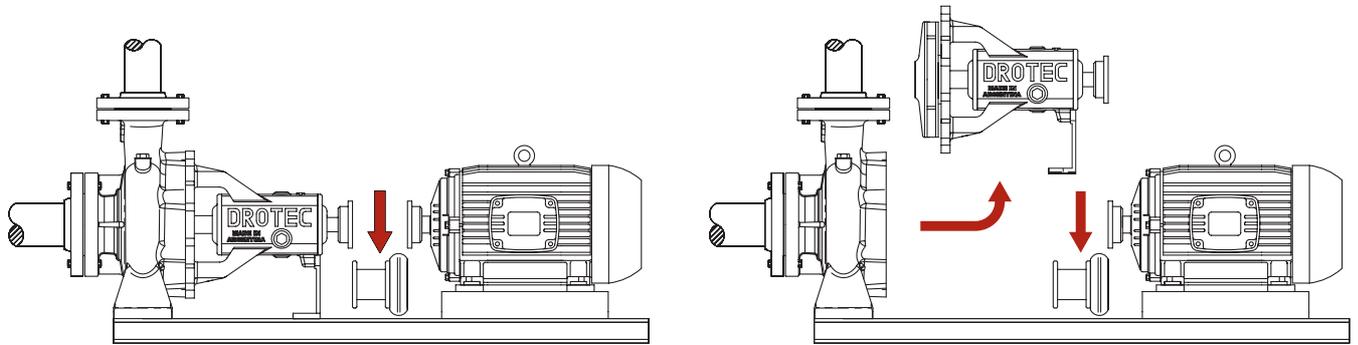
Son bombas horizontales de una sola etapa con aspiración axial y descarga radial. Impulsor cerrado en voladizo hidráulicamente equilibrado. Están disponibles también en construcción vertical y monoblock.

Los rodamientos ampliamente sobredimensionados alojados en robusto soporte son lubricados por grasa en la versión standard y la lubricación por aceite con visor de nivel es opcional. Cuando las condiciones de servicio son extremas, se provee un conjunto bastidor, eje y rodamientos reforzado.

Todas las bombas poseen conexiones de venteo y drenaje.

Su diseño permite desmontar las partes giratorias de la bomba sin desmontar cañerías de succión ni descarga utilizando un acoplamiento con distanciador. Como se aprecia en la figura, el cuerpo de la bomba y el motor eléctrico no deben ser removidos para desarmar la bomba para inspección y reparación. Esto permite conservar la alineación inicial.

Drotec suministra todos los conjuntos bomba, base y motor de la serie NDQ con acoplamientos con distanciador para aprovechar esta ventaja.



SISTEMA DE SELLADO

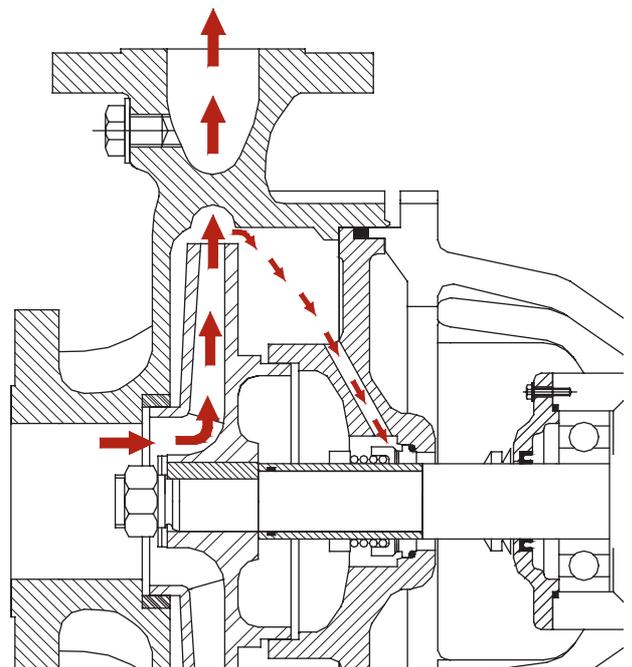
La primera opción es un sello mecánico simple de disposición interior según DIN 24960. El uso de sellos normalizados dimensionalmente conlleva la flexibilidad de colocar la marca que se desee. Las configuraciones de materiales dependen de la aplicación: Caras de carburo de silicio, Tungsteno, cerámica, aceros inoxidables, grafito junto con una variedad de elastómeros permiten obtener un sellado adecuado para cada aplicación.

Como equipamiento normal las bombas NDQ están provistas con un Flow Plan 1. Se trata de un sistema de recirculación interno desde la zona de alta presión de la carcasa hacia el alojamiento del sello mecánico. Una pequeña parte del flujo principal (caudal de la bomba) recircula a través de un conducto existente en la tapa de la bomba hasta la zona de alojamiento del sello mecánico. El caudal de recirculación fluye sobre las pistas rotativa y estacionaria lavando el sello tanto en las caras como en el resorte.

Este sistema ayuda a mantener el sello limpio y libre de eventuales partículas así como a la refrigeración y lubricación del mismo. Esto se traduce en una mayor vida útil del sello.

Como opción se ofrecen sellos dobles con fluidos barrera de variada o sellos tipo cartucho.

También es posible utilizar empaquetaduras. En ese caso, las camisas de desgaste son de material endurecido a fin de prolongar la vida útil. Anillos de lavado e inyección de líquido limpio están disponibles en este sistema de sellado.



MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Se ofrecen basicamente en dos alternativas: partes en contacto con el líquido de Fundición Gris ASTM A48 Clase 30 o acero inoxidable fundido AISI 316 (ASTM A351 CF8M). Fundición nodular, bronce, otros aceros inoxidables o aleaciones especiales están disponibles a pedido.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Caudal: hasta 500 m³/h. **Altura de descarga:** hasta 100 mcl. **Rango de temperatura:** -50°C a 200°C

APLICACIONES

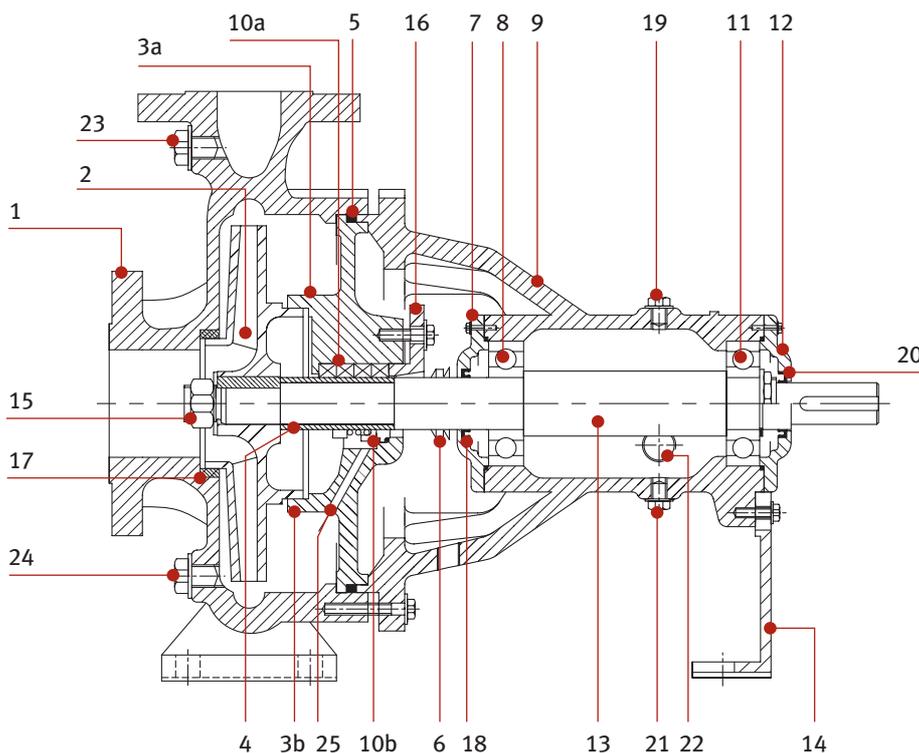
Líquidos limpios o ligeramente sucios. Servicios generales en industrias, aptas para servicio continuo y procesos. Recomendadas para líquidos corrosivos con la combinación de materiales adecuados. Apts para pesos específicos mayores que 1 y viscosidades mayores a la del agua.

CALIDAD

Drotec posee certificación ISO 9001:2000. Esta política se traduce en un control de procesos y materiales (con trazabilidad en fundiciones) y ensayos, tanto hidrostáticos como de funcionamiento, de todos los equipos previo a la entrega.

ASESORAMIENTO

Tanto nuestro equipo técnico de ventas como nuestros representantes están capacitados y dispuestos a asesorarlo y orientarlo en la selección del mejor equipo para su aplicación. Esto incluye la selección de la bomba, compatibilidad química, evaluación de la instalación, etc.



POSICIÓN:

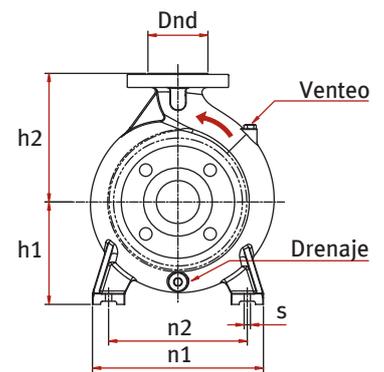
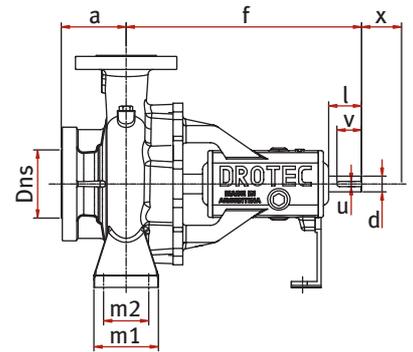
- 1 | Cuerpo
- 2 | Impulsor
- 3a | Tapa prensa
- 3b | Tapa sello
- 4 | Camisa de eje
- 5 | O-Ring / Junta
- 6 | V-Ring
- 7 | Tapa rodamiento anterior
- 8 | Rodamiento anterior
- 9 | Soporte
- 10a | Empaquetadura
- 10b | Sello mecánico
- 11 | Rodamiento posterior
- 12 | Tapa rodamiento posterior
- 13 | Eje
- 14 | Pie de soporte
- 15 | Tuerca impulsor
- 16 | Prensa estopa
- 17 | Conjunto aros de roce **
- 18 | Retén anterior **
- 19 | Tapón aceite **
- 20 | Retén posterior **
- 21 | Drenaje Carter **
- 22 | Visor nivel de aceite **
- 23 | Venteo bomba
- 24 | Drenaje bomba
- 25 | Lubricación - Plan 1

** Opcional. Consultar por disponibilidad

Este despiece no es apto para solicitar repuestos. Utilice el despiece certificado e indique Número de Serie del equipo.

DIMENSIONES

TAMAÑO	DIMENSIONES DE LAS BRIDAS		DIMENSIONES DE LA BOMBA					DIMENSIONES DE LAS PATAS					DIMENSIONES DEL EJE				
	Succión	Descarga	a	f	h1	h2	X*	m1	m2	n1	n2	s	d	u	v	l	q**
25-160	1"	1"	65	285	112	160	40	100	70	220	180	12	22	6	32	48	24
25-200	1 1/2"		80	360	160	180	50	100	70	240	190	14	24	8	40	50	30
32-160	2"	1 1/2"	80	360	132	160	50	100	70	240	190	14	24	8	40	50	30
32-200					160	180											
32-250					180	225											
40-160	2 1/2"	1 1/2"	80	360	132	160	50	100	70	240	190	14	24	8	40	50	30
40-200					160	180											
40-250					180	225											
40-315					200	253											
50-160	2 1/2"	2"	100	360	160	180	50	100	70	265	212	14	24	8	40	50	30
50-200					180	225											
50-250					200	250											
50-315	3"	2 1/2"	125	470	225	280	140	160	120	360	280	18	32	10	70	80	40
65-160	200				250												
65-200	250				355												
65-250	3"	2 1/2"	125	470	225	280	140	160	120	400	315	18	32	10	70	80	40
65-315					250	355											
65-400					280	355											
80-160					360	225											
80-200	4"	3"	125	470	180	250	140	160	120	345	280	14	24	8	40	50	30
80-250					200	280											
80-315					250	315											
80-400					280	355											
100-200	5"	4"	140	530	200	280	140	160	120	400	315	18	32	10	70	80	40
100-250					250	315											
100-315					280	355											
100-400					320	250											
125-250	6"	5"	140	470	250	355	140	200	150	500	400	22	42	12	60	110	50
125-315					280	400											
125-400					315	400											
150-315	8"	6"	160	530	280	400	140	200	150	550	450	22	42	12	60	110	50
150-400					315	450											



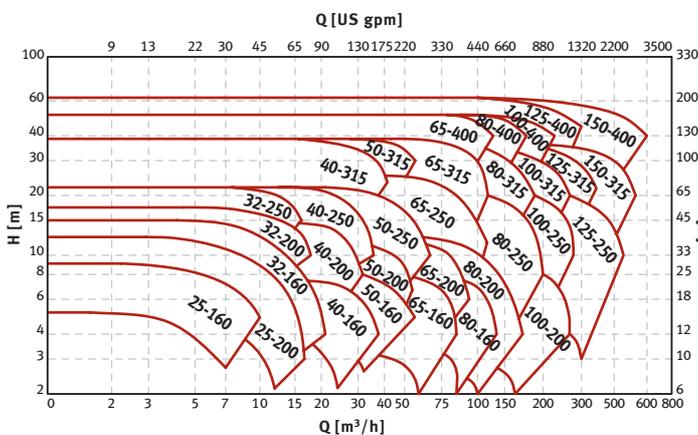
* Distancia para el desarme
 ** Diámetro del eje en la zona de la empaquetadura o el sello mecánico

Sujetas a variación sin previo aviso.
 No aptas para construcción.
 Válidas sólo para referencia.

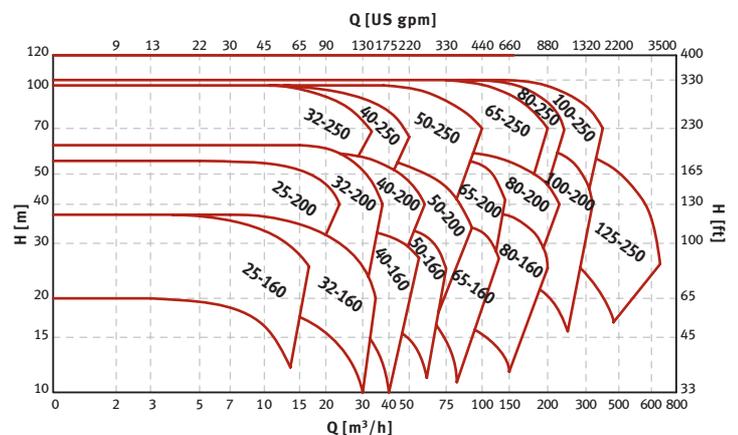
CURVAS DE PERFORMANCE

Curvas sólo para referencia. Válidas para agua a 4° C sobre el nivel del mar.

1450 RPM



2900 RPM



Vigencia: Mayo 2010
 NDQ-01

drotec
 BOMBAS INDUSTRIALES

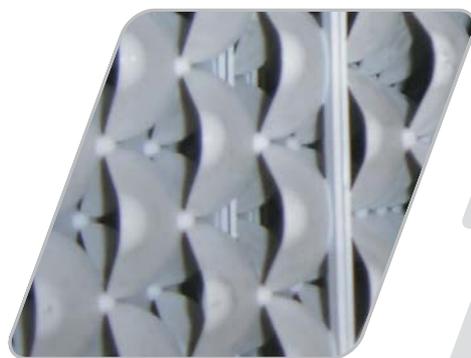


Hernandarias 620 - C1164AAD - Ciudad de Buenos Aires
 Tel: (+54-11) 4302-7916 Fax: (54-11) 4302-1133
 www.drotec.com.ar | drotec@drotec.com.ar

Torres de Enfriamiento de Agua

TEV

Optima respuesta al enfriamiento
de agua por efecto evaporativo



Torres de Enfriamiento de Agua

TEV



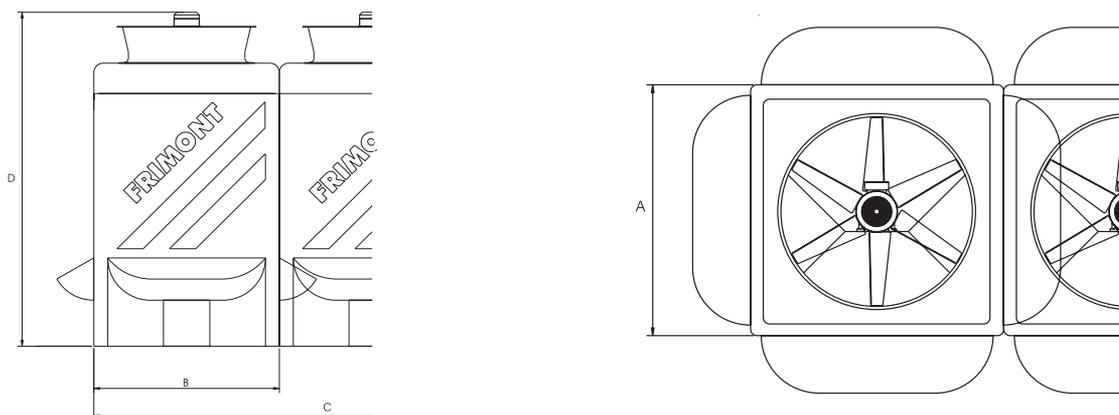
- Circulación de aire por tiro inducido.
- Cuerpo íntegramente desarrollado en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) ó (FRP).
- Soportes de paneles interiores y bulonería de acero inoxidable.
- Grandes ventanas de entrada de aire que permiten fácil acceso para inspección y limpieza.
- Altura de pileta que admite el acople directo de bombas sin necesidad de plataformas elevadoras.
- Aros de ventilador de cono divergente en PRFV y soporte de motor en acero inoxidable.
- Ventiladores axiales de alta performance con ángulo de ataque ajustable.
- Paneles evaporativos y separagotas en polipropileno virgen inyectado, inalterables a la radiación U.V. y de alta resistencia mecánica. Totalmente desarmables y lavables, especialmente aptos para zonas de aguas duras.
- Toberas inobturables y autolimpiantes.

Tabla de dimensiones de Torres de enfriamiento de agua FRIMONT

Modelo	Cantidad de módulos	Superficie (m ²)	Caudal Máx. (m ³)	Dimensiones (mm)				Rango altura de paneles de relleno
				A	B	C	D	
T15	1	1,56	58,6	1.250	1.250	1.250	3.170	Capa mínima de panel de relleno = 60mm n = N° de capas h = altura relleno (mm) 5 ≤ n ≤ 16 300 ≤ h ≤ 960
	2	3,13	117,2	1.250	1.250	2.500	3.170	
	3	4,69	175,8	1.250	1.250	3.750	3.170	
	4	6,25	234,4	1.250	1.250	5.000	3.170	
T22	1	2,25	84,4	1.500	1.500	1.500	3.200	
	2	4,50	168,8	1.500	1.500	3.000	3.200	
	3	6,75	253,1	1.500	1.500	4.500	3.200	
	4	9,00	337,5	1.500	1.500	6.000	3.200	
T30	1	3,06	114,8	1.750	1.750	1.750	3.580	
	2	6,13	229,7	1.750	1.750	3.500	3.580	
	3	9,20	344,9	1.751	1.750	5.253	3.580	
	4	12,28	460,4	1.752	1.750	7.008	3.580	
T30L	1	3,00	112,5	1.500	2.000	2.000	3.630	
	2	6,00	225,0	1.500	2.000	4.000	3.630	
	3	9,00	337,5	1.500	2.000	6.000	3.630	
	4	12,00	450,0	1.500	2.000	8.000	3.630	
T40	1	4,00	150,0	2.000	2.000	2.000	3.630	
	2	8,00	300,0	2.000	2.000	4.000	3.630	
	3	12,00	450,0	2.000	2.000	6.000	3.630	
	4	16,00	600,0	2.000	2.000	8.000	3.630	
T62 *	1	6,25	234,4	2.500	2.500	2.500	3.690	10 ≤ n ≤ 35 600 ≤ h ≤ 2100
	2	12,50	468,8	2.500	2.500	5.000	3.690	
	3	18,75	703,1	2.500	2.500	7.500	3.690	
	4	25,00	937,5	2.500	2.500	10.000	3.690	
	5	31,25	1171,9	2.500	2.500	12.500	3.690	

* Este modelo no se construye con pileta.

Dimensional módulo Base



* Frimont S.A. se reserva el derecho de modificar sus productos sin previo aviso.

Frimont S.A.

Acceso Sur 4565 - (5507)
Luján de Cuyo - Mendoza - Argentina
Tel: (54) (261) 461-0211
Fax: (54) (261) 461-0213
frimont@frimont.com
www.frimont.com

Frimont Chile S.A.

La Concepción 81 - Oficina 1807
Providencia - Santiago
Región Metropolitana - Chile
Fono/Fax: (02) 264 0473 / 1257
frimontchile@frimont.com
www.frimont.com



MSG[®] TURBO-AIR[®] 2000 Centrifugal Air Compressor

The MSG TURBO-AIR 2000 was built on a standard frame, featuring a wide arrangement of air flow components, designed for easy, low-cost installation and operation. The MSG TURBO-AIR 2000 was designed with a built-in aftercooler that eliminates the need for a separate pipeline type cooler, and a packaged check valve for faster installation and easier maintenance.

Features

COMPONENTS

- **Impellers:** Five-axis-milled impellers designed and manufactured with advanced techniques and methods
- **Vaned Diffusers:** Optimized vane design and placement for increased efficiency
- **Lubrication System:** Self-contained, low-pressure lubrication system
- **Intercoolers/Aftercooler:** Water-in-tube intercooler and aftercooler bundles slide out for easy inspection and cleaning
- **Advanced Pinion Bearing Design:** Designed for extended life and operation at any operational load.
- **Seals:** Designed with non-contacting and non-wearing labyrinth air and oil seals. No buffer air required for oil-free air. Do not require periodic replacement like carbon ring seals.
- **Horizontally Spilt Gearbox:** Allows for easy access when the jobsite maintenance policy requires periodic inspection.
- **Variable Inlet Guide Vanes:** Variable inlet guide vanes can offer power savings of up to 9% when operating in turndown. Inlet guide vanes impart a whirling motion to the inlet air flow in the same direction as the impeller operation, reducing the work input. Net power savings can be realized at reduced flow or on days colder than the design temperature. Inlet guide vanes are positioned close to the inducer of the impeller to maximize performance.



LOW TOTAL COST OF OWNERSHIP:

Over time, the energy required to power a compressed air system is the largest cost associated with a compressor; particularly in today's fluctuating energy markets. That is why, to accurately determine the return on your investment, it is important to consider the total life-cycle cost of operating the compressor, including the initial investment, energy consumption and maintenance costs.

As the chart to the right demonstrates, the MSG TURBO-AIR 6000 provides some of the lowest total lifecycle costs of any compressor, including dry screw, variable speed drive (VSD) screw and other centrifugal compressors.

Compared to other machines of similar capacity, MSG TURBO-AIR 6000 compressors are one of the most efficient oil-free compressors at full load, part load and no load.

The power savings delivered can significantly speed up the payback on your initial investment, and the savings continue to build the more you use the MSG TURBO-AIR 6000.



ISO Certified Class 0

The MSG TURBO-AIR centrifugal compressor product line has been engineered to produce oil-free air for more than 60 years. This certification officially acknowledges the ability of our compressors to produce 100% oil-free air, providing our customers with enhanced quality assurance.

Additional Resources

[Typical P&ID \(-/media/images/ingersollrand/air-compressor/compressor-teasers/typical-pid.png\)](#)

[Lubrication System Diagram \(-/media/images/ingersollrand/air-compressor/compressor-teasers/lubrication-diagram.png\)](#)

Model Specifications

Specification	Metric	Imperial
Standard Input Power	93-260kw	125-350hp
Discharge Pressure	3.5-10.3 barg	50-150psig
Inlet Flow	15-50m ³ /m	500-1800cfm
Weight	5543 kg	12000lb

Parts & Accessories



Field Overhaul Services



MSG® TURBO-AIR®
Centrifugal Compressor



About Ingersoll Rand Inc. Ingersoll Rand Inc. (NYSE:IR), driven by an entrepreneurial spirit and ownership mindset, is dedicated to helping make life better for our employees, customers and communities. Customers lean on us for our technology-driven excellence in mission-critical flow creation and industrial solutions across 40+ respected brands where our products and services excel in the most complex and harsh conditions. Our employees develop customers for life through their daily commitment to expertise, productivity and efficiency. For more information, visit www.IRCO.com.

Válvulas reductoras y limitadoras de presión

para vapor y fluidos industriales



spirax
/sarco

Válvulas reductoras y limitadoras de presión



Un sistema de vapor bien diseñado producirá vapor seco y limpio en la sala de calderas listo para la entrega a alta presión a través de la red de distribución. De esta manera se aumenta al máximo el potencial para generar y suministrar vapor saturado de la mejor calidad con un costo global más bajo.

Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones requieren una reducción de presión en el punto de uso, con los siguientes beneficios:

- Una reducción en la inversión en equipos.
- Reducción en los costes de funcionamiento de la planta al reducir el revaporizado.
- Al controlar la presión se controlará automáticamente la temperatura evitando la necesidad de equipos de control de temperatura adicionales.
- La flexibilidad de reducir a diferentes presiones a través de la planta para satisfacer cada aplicación en particular.

En ciertas aplicaciones es necesario detectar y controlar la presión aguas arriba de la válvula para mantener o dispersar el exceso de presión en la tubería de distribución para proteger los equipos que usan vapor - estas requieren una válvula limitadora / mantenedora de presión.

Disponemos de dos grupos principales de válvulas de control de presión para reducir o limitar la presión:

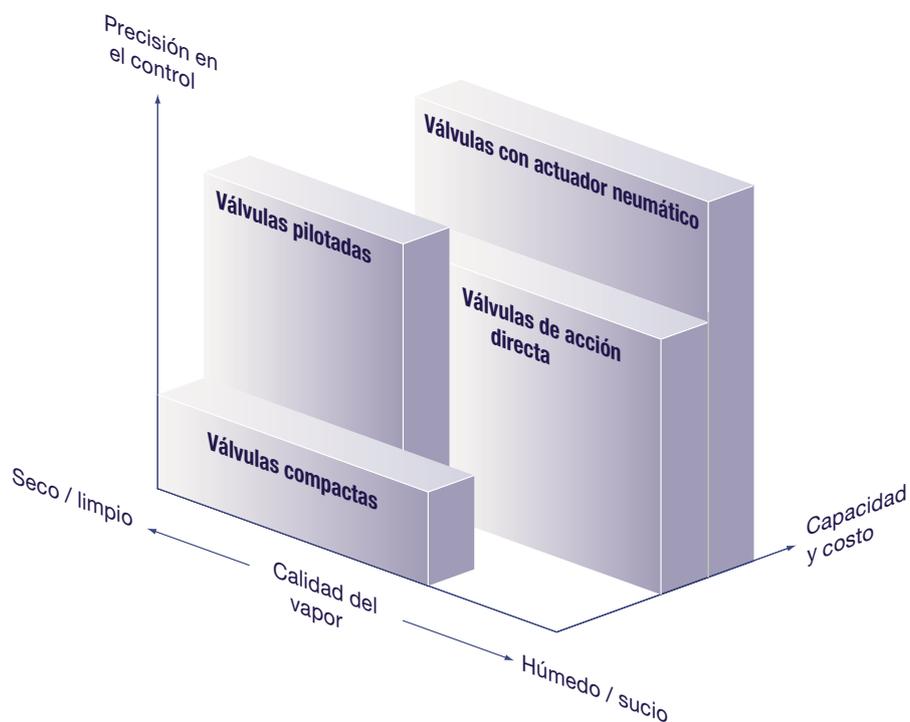
- Autoaccionados - no requieren alimentación externa o señal de entrada.
- Accionados por actuador - con un sistema de control neumático o eléctrico.

La selección del dependerá de los requisitos de la aplicación y preferencias del cliente.

Cualquiera que sea la razón para reducir o mantener la presión, un control correcto siempre requerirá una válvula automática que pueda reducir o mantener la presión del vapor con precisión, fiabilidad y económicamente.

Gráfico de selección y gama de productos

Este gráfico nos ayuda a seleccionar la válvula correcta para su aplicación.



Aplicaciones y gama de producto

Válvulas reductoras de presión

		Aplicaciones de vapor	Aplicaciones de gas	Aplicaciones de líquidos	Espacios reducidos	Líneas secundarias	Líneas principales	Distribución de vapor	Opción de control preciso	Diferentes opciones de control	Alta capacidad	Malas condiciones del fluido	Más información
	Pilotada DP	●	●		●	●	●	●	●	●			Pág. 6
	Acción directa DRV	●	●	●			●	●			●	●	Pág. 7
	Acción directa Compacta BRV2	●	●		●	●						●	Pág. 8
	Equilibrada Compacta BRV7	●	●		●	●						●	Pág. 9
	Compacta en Acero inoxidable SRV2	●	●		●	●							Pág. 10
	Compacta Para líquidos LRV2			●	●	●							Pág. 11
	Con actuador neumático SPIRA-TROL	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	Pág. 12

Válvulas limitadoras

	Pilotada SDP	●	●		●	●	●	●	●	●			Pág. 13
	Acción directa DEP	●	●	●			●	●			●	●	Pág. 14

Estación Reductora de Presión

Separador

Elimina las partículas de agua arrastradas por el vapor eliminando la erosión, corrosión y los golpes de ariete, potenciando la máxima capacidad de transferencia de calor a los equipos aguas abajo.

Beneficios

Garantiza una larga vida útil y potencia al máximo el rendimiento de la planta.

Válv. corte aguas arriba

Permite la parada de la estación y se coloca después del separador para que no se acumule el condensado en la línea de suministro durante la parada.

Beneficios

Máxima seguridad en la puesta en marcha, mínimo tiempo de parada.

Filtro

Los filtros atrapan la suciedad antes de que pueda entrar en la válvula reductora de presión.

Beneficios

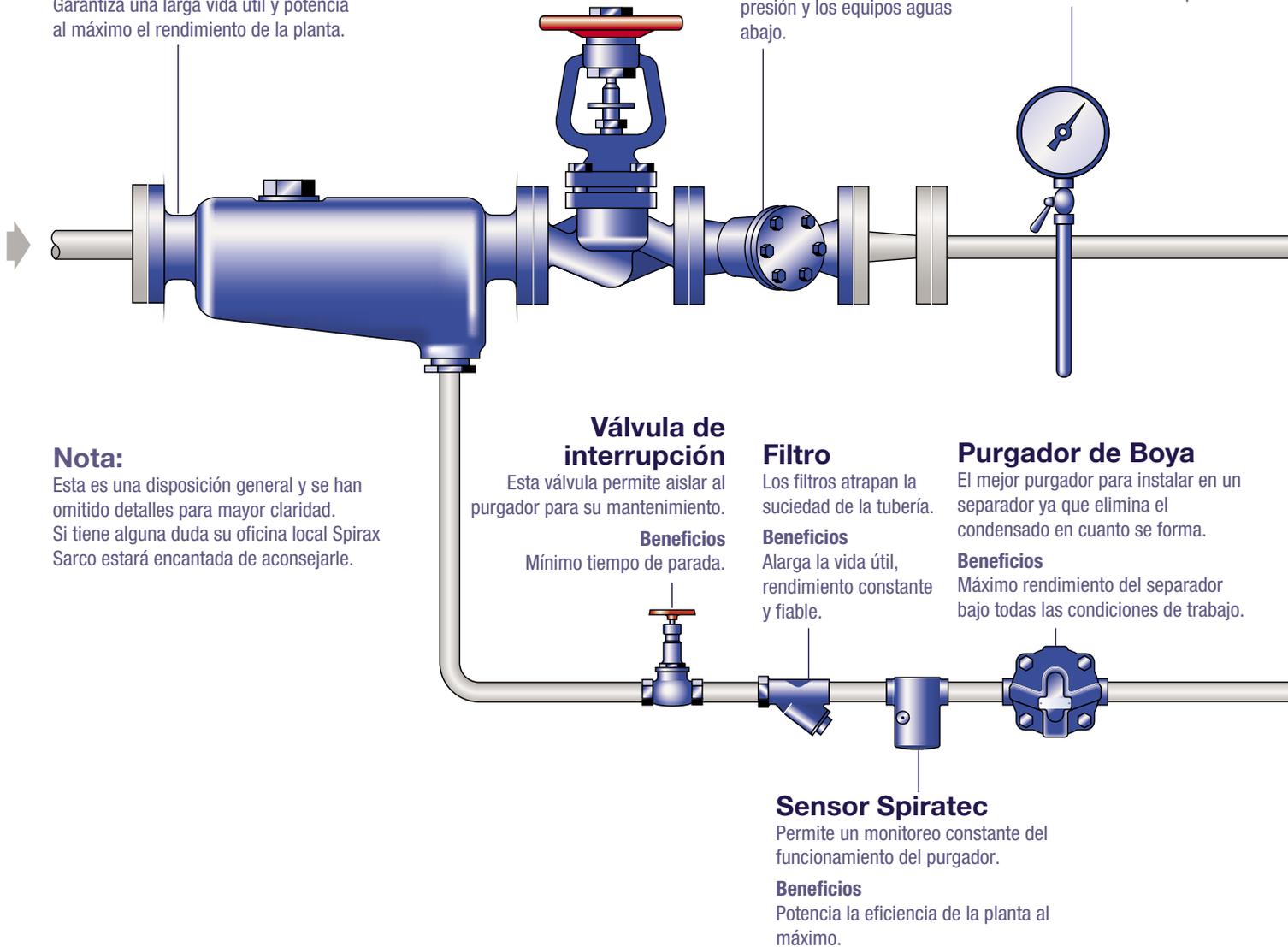
Reduce las paradas, rendimiento constante y fiable de la válvula reductora de presión y los equipos aguas abajo.

Manómetro aguas arriba

Para monitorear la presión de suministro.

Beneficios

Indicación inmediata de cualquier problema relacionado con el suministro de vapor.



Nota:

Esta es una disposición general y se han omitido detalles para mayor claridad. Si tiene alguna duda su oficina local Spirax Sarco estará encantada de aconsejarle.

Válvula de interrupción

Esta válvula permite aislar al purgador para su mantenimiento.

Beneficios

Mínimo tiempo de parada.

Filtro

Los filtros atrapan la suciedad de la tubería.

Beneficios

Alarga la vida útil, rendimiento constante y fiable.

Purgador de Boya

El mejor purgador para instalar en un separador ya que elimina el condensado en cuanto se forma.

Beneficios

Máximo rendimiento del separador bajo todas las condiciones de trabajo.

Sensor Spiratec

Permite un monitoreo constante del funcionamiento del purgador.

Beneficios

Potencia la eficiencia de la planta al máximo.

Un sistema correctamente diseñado constará de los equipos mostrados arriba

Todas las estaciones reductoras de vapor se beneficiarán de la instalación de equipos auxiliares clave. Separadores y filtros mantendrán el vapor seco y limpio, evitando el desgaste de la válvula reductora de presión. Válvulas de interrupción y manómetros facilitan la puesta en marcha y el mantenimiento.

Las válvulas de seguridad son una parte esencial en las instalaciones donde la presión aguas arriba es superior a la presión máxima de trabajo permitida (MAWP) de la planta aguas abajo.

Las válvulas limitadoras, conocidas también como mantenedoras, de exceso de presión o de contrapresión, al contrario que una válvula reductora de presión detectan la presión aguas arriba y actúan para mantener una presión mínima aguas arriba o dispersar un exceso de presión. Los requisitos de instalación son similares a los de las válvulas reductoras de presión pero en este tipo de instalación se detecta la presión aguas arriba y no se requiere una válvula de seguridad.

Válvula Reductora de Presión

Dependiendo de las condiciones del sistema esta puede ser:

- Válvula compacta
- Válvula pilotada
- Válvula de acción directa
- Válvula con actuador neumático

Beneficios

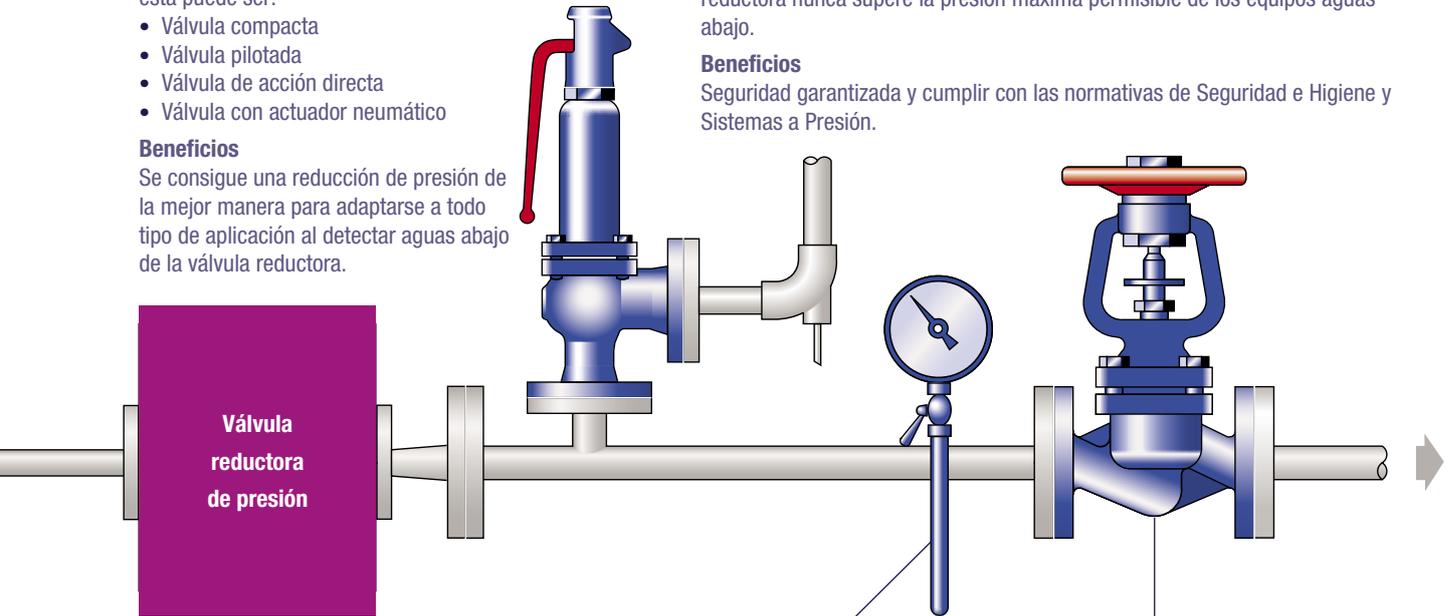
Se consigue una reducción de presión de la mejor manera para adaptarse a todo tipo de aplicación al detectar aguas abajo de la válvula reductora.

Válvula de Seguridad

Requerida por ley para asegurar que la presión aguas abajo de la válvula reductora nunca supere la presión máxima permisible de los equipos aguas abajo.

Beneficios

Seguridad garantizada y cumplir con las normativas de Seguridad e Higiene y Sistemas a Presión.

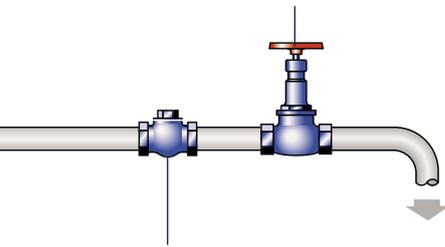


Válvula de interrupción

Esta válvula permite aislar el purgador para su mantenimiento.

Beneficios

Mínimo tiempo de parada.



Manómetro aguas abajo

Para monitorear el estado de la presión aguas abajo.

Beneficios

Indicación inmediata de cualquier problema relacionado con los equipos aguas arriba y permite un procedimiento correcto de la puesta en marcha al monitorizar la presión de consigna.

Válvula de interrupción aguas abajo

Permite el doble aislamiento de los equipos aguas abajo durante los periodos de mantenimiento, cuando se usa conjuntamente con la válvula de interrupción aguas arriba. También permite ajustar correctamente la presión de consigna durante la puesta en marcha aislando el flujo.

Beneficios

Máxima seguridad durante el mantenimiento en las tuberías y equipos aguas abajo, y permite que se ajuste correctamente la válvula reductora.

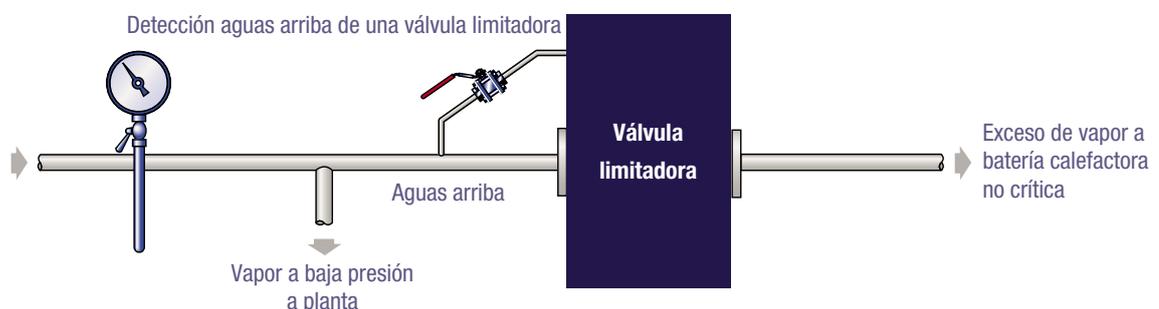
Válvula de retención

Evita el retorno de flujo y protege el purgador de los golpes de ariete.

Beneficios

Alarga la vida útil.

A continuación mostramos **una instalación típica con una válvula limitadora** para mantener una presión mínima aguas arriba. De esta manera se asegura que cuando hay un pico en la demanda la línea de calefacción no crítica pueda cerrar para mantener un suministro seguro de vapor a la planta de proceso. Bajo condiciones normales la línea entera tendría el mismo rango de presión, por tanto no se requiere una válvula de seguridad después de la válvula limitadora.



Pilotada DP

La gama de válvulas reductoras de presión tipo DP controlan con precisión la presión aguas abajo, independientemente de la presión aguas arriba o las variaciones de carga.

Recomendadas para aplicaciones medianas de procesos o ramales a equipos OEM, para un control de procesos preciso o donde se requiera un interfaz externo o ajuste a distancia. Esta válvula versátil y compacta proporciona muchas soluciones eficientes y económicas de reducción de presión.

Adecuada para trabajar con vapor, aire o gases industriales, la serie DP ofrece una amplia gama de opciones de control.

La DP27 es una versión actualizada de la versión DP17, líder en ventas de válvulas reductoras de presión de vapor pilotadas de Spirax Sarco. Combina la alta precisión en el control de su predecesor con la capacidad de trabajar en ambientes duros, con fácil mantenimiento y más fácil de seleccionar.

Especificación técnica

Tamaños	Rosca	½" a 2"
	Bridas	DN15 a DN80
Conexiones	Rosca	BSP y NPT
		PN16, PN25 y PN40
	Bridas	ANSI 150 y ANSI 300
		JIS/KS 10 y JIS/KS 20
Material del cuerpo	DP27	Fundición nodular
	DP143	Acero
	DP163	Acero inoxidable
Temperatura máxima	350°C	
Condiciones de diseño del cuerpo	PN40	
Rango control presión	0,2 a 24 bar	
Opciones	DP27 DP143 DP163	Asiento metal-metal adecuado para vapor y aire comprimido
	DP27E	Con electroválvula para control on/off remoto
	DP27G DP143G DP163G	Asiento blando para cierre hermético. Adecuado para aire comprimido y gases industriales (no apto para oxígeno)
	DP143H	Versión de alta temperatura adecuado para temperaturas hasta 350°C
	DP27T	Con control adicional de temperatura para usar en acumuladores de agua caliente
	DP27R	Con piloto accionado por aire para ajustar la presión de salida a distancia
	DPP27E	Con dos pilotos y electroválvula

Para más información técnica, usar la Búsqueda de la web usando las palabras clave **DP27, DP143 o DP163**



Características

- Fácil de seleccionar - La DP27 solo tiene un resorte de control para 0,2 a 17 bar.
- Autoaccionado con una operación por resorte y diafragma - no requiere suministro eléctrico.
- Fácil de actualizar - La DP27 tiene las mismas dimensiones que su predecesor, la DP17.
- Diafragma testado contra fatiga - no tiene pistón, no hay peligro que se clave.
- Las válvulas para altas presiones tienen un fuelle en el piloto para un funcionamiento libre de fugas.
- Vida útil alargada gracias a un filtro del piloto muy accesible y fácil de sustituir.
- Fácil de realizar el mantenimiento usando recambios y herramientas estándar.

Acción directa DRV

La DRV es adecuada para usar con vapor, aire, gases industriales y líquidos y puede trabajar con presiones hasta 40 bar en la entrada y 300°C.

Diseñada para reducir desde presiones altas a muy bajas con una única válvula. Es ideal para grandes capacidades y donde las cargas son bastante constantes proporcionando un control constante, fiable y preciso incluso las más duras condiciones de trabajo, como con vapor húmedo y sucio.

Especificación técnica

Tamaños	DRV4	Bridas	DN15 a DN100
	DRV7	Rosca	½" a 2"
Conexiones		Bridas	DN15 a DN100
		Rosca	BSP y NPT
			PN16, PN25 y PN40
		Bridas	ANSI 150 y ANSI 300 JIS/KS 10 y JIS/KS 20
Materiales del cuerpo	DRV4	Acero	
	DRV7	Fundición nodular	
Temperatura máxima			300°C
Condiciones de diseño del cuerpo			PN40
Rango control presión			0,1 a 20 bar
			Diafragma de EPDM
Opciones			Diafragma de Nitrilo
			Asiento blando para cierre hermético



Características

- Funcionamiento robusto que permite instalar y olvidar.
- Válvula totalmente equilibrada aumentando la estabilidad y regularidad del control.
- Fuelle de sellado del vástago de acero inoxidable 316 para una larga vida útil libre de mantenimiento.
- Muchos materiales del diafragma disponibles como EPDM y Nitrilo para adecuarse a diferentes aplicaciones, asegurando buen control con todo tipo de fluidos.
- El barrilete de sellado está disponible para proteger al diafragma del actuador en aplicaciones donde la temperatura supera los 125°C.
- Adecuada para grandes saltos de presión. Hasta 60:1 en los tamaños pequeños y superior a 10:1 en el tamaño más grande.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de la web usando la palabra clave **DRV**

Compacta - Acción directa BRV2

La válvula reductora de presión de acción directa compacta BRV2 está diseñada para el uso con vapor, aire comprimido y otros gases. Es perfectamente adecuada para servicios ligeros, aplicaciones sencillas de OEMs y dónde no se requiere un control crítico.

El diseño compacto la hace ideal para instalar en equipos, proporcionando un control de presión preciso bajo condiciones de carga estables. Ofrece una alternativa económica frente a las válvulas más sofisticadas.

Se ha usado tecnología industrial avanzada para fabricar una válvula reductora de presión muy duradera, con todos los internos en acero inoxidable para cumplir con las necesidades de la mayoría de las aplicaciones industriales.

Especificación técnica

Tamaños	Rosca	½" a 1"
	Bridas	DN15 a DN25
Conexiones	Rosca	BSP y NPT
	Bridas	PN25
Material del cuerpo	Fundición nodular	
	Bronce	
Temperatura máxima	210°C	
Condiciones de diseño del cuerpo	PN25	
Rango control presión	0,14 a 8,6 bar	
Opciones	Fuelle de control de bronce fosforoso para sistemas con contaminación de halógenos	
	Conexión de detección de presión aguas abajo para mejorar la estabilidad	



Características

- Tamaño compacto, con un solo mecanismo por resorte ideal para procesos pequeños.
- Obturador y asiento en acero inoxidable proporcionando mayor resistencia al desgaste bajo condiciones de carga bajas.
- Volante de ajuste a prueba de vibraciones con indicador de color del rango de resorte.
- Alojamiento de resorte de aleación con 4 tornillos fácil de retirar en línea proporcionando acceso a todos los internos.
- Disponible una versión con fuelle de bronce para aplicaciones especiales dónde pueda existir contaminación de halógenos.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de la web usando las palabras clave **BRV2**

Compacta - Equilibrada BRV7

La BRV7 utiliza un diseño totalmente equilibrado usando un fuelle de acero inoxidable de alta especificación y amplía la gama BRV hasta DN50 (2"). Es sumamente compacta y mantiene los mismos elementos de control comunes de la BRV2 con el beneficio agregado de una resistencia mejorada a fluctuaciones de presión y cargas.

La válvula BRV7 está diseñada para el uso con vapor, aire comprimido y otros gases. Es ideal para instalar en equipos, ofreciendo una alternativa económica frente a las válvulas más sofisticadas.

Se ha usado tecnología industrial avanzada para fabricar una válvula reductora de presión muy duradera, con todos los internos en acero inoxidable para cumplir con las necesidades de la mayoría de las aplicaciones industriales.

Especificación técnica

Tamaños		Rosca 1" a 2"
	Bridas	DN25 a DN50
	Rosca	BSP y NPT
Conexiones		PN25
	Bridas	ANSI 150
		JIS/KS 10
Material del cuerpo	Fundición nodular	
Temperatura máxima	210°C	
Condiciones de diseño del cuerpo	PN25	
Rango control presión	0,14 bar a 9 bar	



Características

- Tamaño compacto, con un solo mecanismo por resorte ideal para procesos pequeños.
- Obturador y asiento en acero inoxidable proporcionando mayor resistencia al desgaste bajo condiciones de carga bajas.
- Volante de ajuste a prueba de vibraciones con indicador de color del rango de resorte.
- El conjunto de fuelle de equilibrado en acero inoxidable ofrece una larga vida útil y un control estable.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de la web usando las palabras clave **BRV7**

Compacta - Acero inoxidable SRV2

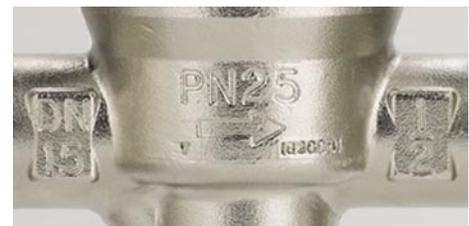
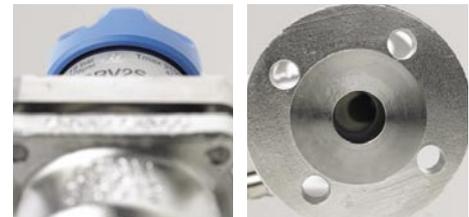
La SRV2 es una versión de la BRV2 enteramente en acero inoxidable - una válvula reductora de presión de acción directa compacta diseñada para el uso con vapor, aire comprimido y otros gases además de los beneficios de tener todas las partes húmedas en acero inoxidable 316.

El diseño compacto la hace ideal para OEMs y para instalar en equipos, proporcionando un control de presión preciso bajo condiciones de carga estables. Ofrece una alternativa económica para el servicio de vapor limpio frente a las válvulas más sofisticadas pilotadas o accionadas por pistón.

Se ha usado tecnología industrial avanzada para fabricar una válvula reductora de presión muy duradera, con todos los internos en acero inoxidable para cumplir con las necesidades de la mayoría de las aplicaciones industriales.

Especificación técnica

Tamaños	Rosca	½" a 1"
	Bridas	DN15 a DN25
Conexiones	Rosca	BSP y NPT
	Bridas	PN25 ANSI 150
Material del cuerpo	Acero inoxidable grado 316	
Temperatura máxima	212°C	
Condiciones de diseño del cuerpo	PN25	
Rango control presión	0,14 a 8,6 bar	



Características

- Tamaño compacto, con un solo mecanismo por resorte ideal para procesos pequeños.
- Acabado electropulido del cuerpo.
- Obturador y asiento en acero inoxidable proporcionando mayor resistencia al desgaste bajo condiciones de carga bajas.
- Todas las partes húmedas en acero inoxidable 316.
- Volante de ajuste a prueba de vibraciones con indicador de color del rango de resorte.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de la web usando la palabra clave **SRV2**

Compacta - Para líquidos LRV2

La LRV2 es una válvula reductora de presión de acción directa diseñada para el uso con líquidos. El diseño compacto la hace ideal para instalar en equipos y el cabezal equilibrado proporciona un control de presión preciso bajo todas las condiciones de carga.

Se ha usado tecnología industrial avanzada para fabricar una válvula reductora de presión muy duradera, con todos los internos en acero inoxidable para cumplir con las necesidades de la mayoría de las aplicaciones industriales.

Especificación técnica

Tamaños	1/2" a 1"
Conexiones	Rosca BSP o NPT
Material del cuerpo	Bronce
Temperatura máxima	75°C
Condiciones de diseño del cuerpo	PN25
Rango control presión	0,35 a 8,6 bar



Características

- Tamaño compacto, con un solo mecanismo por resorte ideal para procesos pequeños y aplicaciones OEM.
- Cuerpo de bronce y fuelle de control de presión de bronce fosforoso proporcionan un funcionamiento fiable y libre de corrosión en los sistemas de agua.
- Obturador de nitrilo de presión equilibrada proporciona un control estable del líquido y un cierre hermético.
- Volante de ajuste a prueba de vibraciones con indicador de color del rango de resorte.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de la web usando la palabra clave **LRV2**

Accionadas por actuador SPIRA-TROL

Para el control de procesos críticos que pueden estar sujetos a capacidades altas o a vapor en malas condiciones o dónde se requiera la integración con sistemas de control de gestión es cuando debe usarse una válvula con actuador neumático.

Las válvulas con control neumático son ideales para aplicaciones de control de presión dónde pueden haber cambios rápidos en las condiciones del sistema.

La válvula SPIRA-TROL tiene un diseño modular ofreciendo muchas opciones dentro de un solo cuerpo, proporcionando una selección completa de válvula de control y permitiendo el control de presión para vapor, agua, aceites y otros fluidos industriales.

La válvula SPIRA-TROL posee una gran gama de controladores y transmisores.

Es un sistema muy flexible, con una válvula se pueden satisfacer las necesidades de numerosos requisitos industriales.

Especificación técnica

Tamaños	Rosca	½" a 2"
	Socket weld	½" a 2"
	Bridas	DN15 a DN100
Conexiones	Rosca	BSP y NPT
	Socket weld	
	Bridas	PN16, PN25 y PN40 ANSI 125, ANSI 150 y ANSI 300 JIS / KS 10 y JIS / KS 20
Material del cuerpo	Hierro fundido	
	Fundición nodular	
	Carbón Acero	
	Acero inoxidable	
	NACE	
Temperatura máxima		400°C
Condiciones de diseño del cuerpo		PN40 y ANSI 300
Rango control presión		0 a 40 bar
Opciones	Características de flujo	Equiporcentual
		Lineal
		Apertura rápida
	Internos especiales	Pasos reducidos incluido características microflute
		Bajo ruido
Sellado de vástago	Asiento blando	
	Endurecido	
	Chevrones cargados por resorte y 'O' ring	
Actuador	Grafito	
	Fuelle	
	Tapa extendida	
	Neumático	
	Eléctrico	
	Modulante	
	On / Off	

Para más información técnica, usar la Búsqueda de la web usando la palabra clave **SPIRA-TROL**



Características

- Amplia gama de materiales del cuerpo para adecuarse a la mayoría de aplicaciones.
- Diseñada usando la dinámica de fluidos computerizada para la optimización del paso de fluidos.
- Fácil comunicación con el sistema de control usando el dispositivo interfaz de la válvula de control como un posicionador con comunicaciones smart.
- Partes internas y cierre de larga vida útil.
- Gran número de diseños de internos incluyendo reductor de ruido.
- Mantenimiento fácil y rápido usando accesorios estándar, asiento pinzado por jaula y partes internas autoalineantes.
- Programa informático de dimensionado y selección para determinar la configuración de válvula más adecuada.

Pilotadas SDP

La válvula limitadora SDP está especialmente diseñada para aplicaciones de vapor y gases industriales proporcionando un ligero control de la presión aguas arriba.

El sistema de control SDP monitoriza la presión aguas arriba. Si esta presión cayese por una sobrecarga, la SDP cierra, reduciendo el flujo para mantener el suministro.

Especificación técnica

Tamaños	DN15 a DN80	
	PN40	
Conexiones	Bridas	ANSI 150 y ANSI 300 JIS/KS 20
Material del cuerpo	Acero Acero inoxidable	
Temperatura máxima	300°C	
Condiciones de diseño del cuerpo	PN40	
Rango control presión	0,2 a 24 bar	



Características

- Fácil de seleccionar, un solo resorte de control cubre el rango de 0,2 a 17 bar.
- Autoaccionado no requiere alimentación externa.
- Fácil de realizar el mantenimiento, la mayoría de componentes son comunes con los de la válvula reductora de presión tipo DP.
- Diafragma testado contra fatiga - no tiene pistón, no hay peligro que se clave.
- Fuelle en el piloto para un funcionamiento libre de fugas.

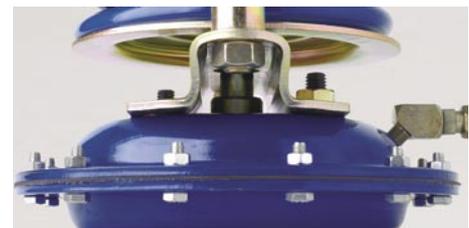
Para más información técnica, usar la Búsqueda de la web usando la palabra clave **SDP**

Acción directa DEP

La válvula limitadora de presión DEP (también conocida como válvula mantenedora, de contrapresión y de exceso de presión) está diseñada para aplicaciones de vapor, gases industriales y líquidos. La terminología del producto nos indica su conveniencia para el uso en aplicaciones de líquidos, un ejemplo común es el derrame por presión en sistemas bombeados. Los sistemas de control DEP monitorizan la presión aguas arriba. Si esta presión cayese por una sobrecarga, la DEP cierra, reduciendo el flujo para mantener el suministro.

Especificación técnica

Tamaños	DN15 a DN100	
	Rosca	BSP y NPT
Conexiones		PN16, PN25 y PN40
	Bridas	ANSI 150 y ANSI 300
		JIS/KS 10 y JIS/KS 20
Material del cuerpo	Fundición nodular	
	Acero	
Temperatura máxima	300°C	
Condiciones de diseño del cuerpo	PN40	
Rango control presión	0,1 a 16 bar	
	Diafragma de EPDM	
Opciones	Diafragma de Nitrilo	
	Asiento blando para cierre hermético	



Características

- Resistente al vapor húmedo y sucio además de un funcionamiento robusto que permite instalar y olvidar.
- Válvula totalmente equilibrada aumentando la estabilidad y regularidad del control.
- Fuente de sellado del vástago de acero inoxidable 316 para una larga vida útil libre de mantenimiento.
- Muchos materiales del diafragma disponibles como EPDM y Nitrilo para adecuarse a diferentes aplicaciones, asegurando buen control con todo tipo de fluidos.
- Opción de asiento blando para proporcionar un cierre hermético en aplicaciones de gases y líquidos.
- El barrilete de sellado está disponible para proteger al diafragma del actuador en aplicaciones donde la temperatura supera los 125°C.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de la web usando la palabra clave **DEP**

Nuestro compromiso

Fabricación y calidad

Los controles de Spirax Sarco están diseñados y fabricados por Spirax Sarco en una de sus 12 plantas de fabricación ubicadas alrededor del mundo. También tenemos instalaciones especializadas para poder construir soluciones compactas de alto rendimiento en forma de kits, a la medida de sus necesidades específicas.

Todas las instalaciones de Spirax Sarco emplean la última tecnología y buenas prácticas en la fabricación, para asegurar que tenemos el control directo de la calidad de nuestros productos y servicios.

Montaje profesional

El montaje está automatizado, el testeado computerizado y cada producto o sistema de control lo ajusta personal experimentado para asegurar constantemente una alta calidad. Por ejemplo a cada válvula de control de Spirax Sarco se le realiza una prueba hidráulica computerizada a 1,5 veces el rango nominal de la válvula, y se comprueba que la hermeticidad cumple con la clase indicada. Más de 100 comprobaciones diferentes se realizan en un conjunto de válvula de control antes de su envío.

Programa de dimensionado y selección

La sección correcta de un producto y el diseño del sistema es imprescindible para conseguir un buen rendimiento y larga vida útil. Dependiendo de las condiciones de proceso, esto puede ser una decisión compleja.

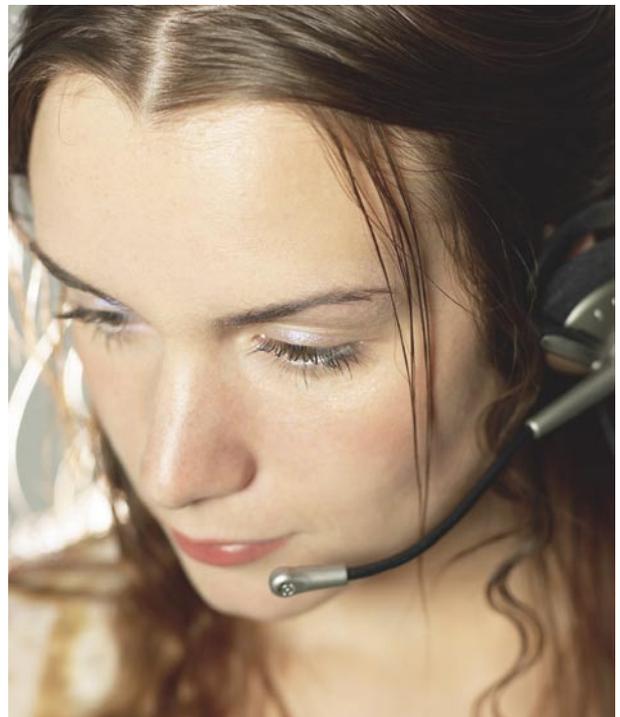
Para que nuestros ingenieros puedan tomar estas decisiones de manera rápida y fiable, Spirax Sarco ha desarrollado su propio programa informático para que consiga el mayor beneficio de su inversión.

Documentación

Spirax Sarco tiene la acreditación ISO y cumple con todas las principales normas, como PED, NACE, ATEX y Registro de Lloyds.

Los sistemas de calidad, requisitos de salud e higiene, necesidades de las aseguradoras, políticas medioambientales y el riesgo creciente de litigios, han hecho que aumente la cantidad de documentación necesaria para respaldar nuestros productos y servicios.

Spirax Sarco entiende esta necesidad y proporciona la documentación requerida para cada situación del cliente, desde los certificados simples de conformidad hasta dossieres completos de documentación de la fabricación.



Stocks y talleres locales

La certeza de la entrega y una respuesta rápida frente a los cambios en el último minuto a menudo son la clave para la implementación exitosa de un proyecto. Para poder encajar con los requisitos de entrega de los clientes, localmente Spirax Sarco tiene stocks y talleres para ajustar los equipos de control en cada una de sus compañías en todo el mundo, y a través de su red de distribución y asociados de servicio técnico.

Altos niveles de servicio personal

Nuestro personal altamente dedicado y con un nivel alto de formación tiene los mayores conocimientos de la industria. Además con más de 800 ingenieros de ventas directos alrededor del mundo, especialistas en control en 32 países y una red de servicios técnicos aprobados para la reparación de válvulas, puede estar seguro que está recibiendo el servicio con la más alta calidad.

spirax / **sarco** , un proveedor en el que puede confiar

- Spirax Sarco diseña y fabrica según las normas internacionales.
- Empleando lo último en tecnología y buenas prácticas.
- Pruebas e inspección al 100% antes del envío.
- Documentación completa.
- Stocks y talleres locales.
- Una red mundial de 800 ingenieros de ventas atendiendo personalmente a clientes.
- Especialistas en controles en 32 países.
- Red mundial de ingenieros formados para servicio directo y asociados de servicio técnico.

Compañías del grupo

Africa

Sudáfrica

América

Argentina
Brasil
Canadá
México
Estados Unidos

Asia

China
India
Japón
Corea
Malasia
Singapur
Taiwán
Tailandia

Oceanía

Australia
Nueva Zelanda

Europa

Austria
Bélgica
Rep. Checa/Eslovaca
Dinamarca
Finlandia
Francia
Alemania
Italia
Noruega
Polonia
Portugal
Rusia
España
Suecia
Suiza
Reino Unido

Oficinas de ventas

África

Egipto
Kenia
Nigeria

América

Colombia
Venezuela

Asia

Hong Kong
Indonesia
Pakistán
Filipinas
Vietnam

Europa

Austria
Hungría
Irlanda

Oriente Medio

Emiratos Árabes Unidos

Distribuidores

África

Argelia
Camerún
Etiopía
Ghana
Costa de Marfil
Libia
Malawi
Mauricio
Marruecos
Namibia
Senegal
Sudán
Tanzania
Túnez
Uganda
Zambia
Zimbabwe

América

Bolivia
Chile
Colombia
Costa Rica
Rep. Dominicana
Ecuador
El Salvador
Guatemala
Honduras
Jamaica
Nicaragua
Panamá
Paraguay
Perú
Trinidad
Uruguay
Venezuela

Asia

Bangladesh

Oceanía

Fiji

Europa

Bulgaria
Croacia
Chipre
Estonia
Grecia
Islandia
Latvia
Lituania
Malta
Holanda
Rumania
Serbia y Montenegro
Eslovenia
Turquía

Oriente Medio

Bahrein
Irán
Jordania
Kuwait
Líbano
Omán
Qatar
Arabia Saudita
Siria



Algunos de los productos descritos pueden no estar disponibles en ciertos países.

SPIRAX SARCO S. A.
SANT JOSEP 130
08980 SANT FELIU DE LLOBREGAT
BARCELONA, ESPAÑA
t: (+34) 936 857 929
f: (+34) 936 857 011
SpiraxSarco@es.SpiraxSarco.com
www.SpiraxSarco.com/es

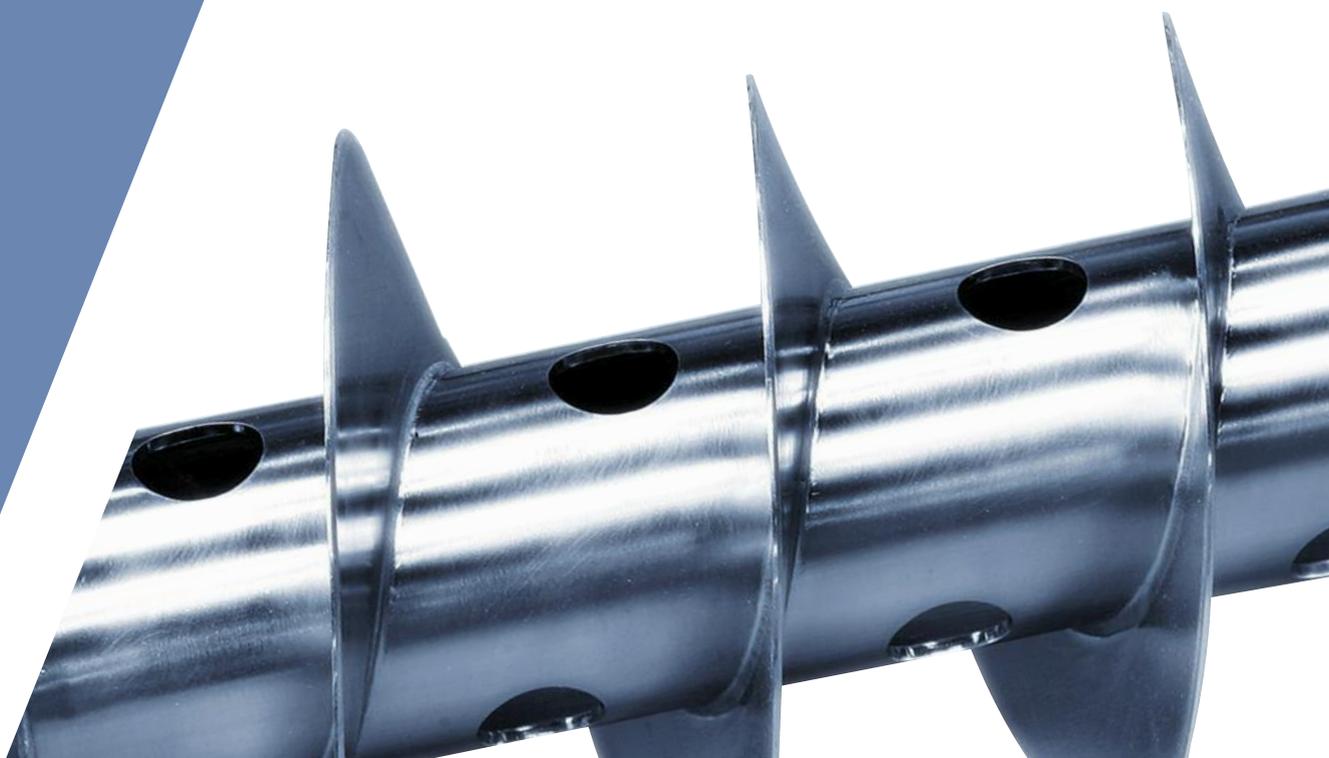
spirax
/sarco

Traducido por Salvador Aguirre de Cárcer © Copyright 2007

Spirax Sarco es una marca registrada de Spirax-Sarco Limited



TECNOLOGÍA INNOVADORA DE LAS CENTRÍFUGAS DECANTADORAS CON TAMBOR MACIZO



TECNOLOGÍA DE CENTRIFUGACIÓN CON TAMBOR MACIZO

Las centrifugas modernas se utilizan en la industria de procesos técnicos para separar mecánicamente mezclas de sólidos y líquidos.

La sedimentación y la filtración son procesos de separación mecánica a diferencia de la destilación, rectificación y secado térmico que son procesos de separación térmicos. En muchos procesos, la separación mecánica es crucial para la calidad del producto final, la rentabilidad del proceso, así como para la protección del medio ambiente. Los procesos de separación mecánica se realizan prácticamente en todos los sectores industriales tales como la industria alimenticia, química, farmacéutica, biotecnológica y minera así como también en el sector medioambiental.

Ventajas de las centrifugas modernas

A diferencia de otros procesos de separación mecánica tales como la filtración y la sedimentación estática, la utilización de centrifugas modernas ofrece las siguientes ventajas:

- Diseño compacto
- Construcción cerrada, lo cual evita emisiones de olores y contaminación de los productos
- Facilidad de manejo a través de una operación continua y automatizada
- Ningun consumo de telas de filtración ni de coadyuvantes



Decanter Flottweg Z4E para el procesamiento de lodos de perforación



OPERACIONES BÁSICAS EN LA INGENIERÍA DE PROCESOS

Las siguientes operaciones básicas en la ingeniería de procesos pueden realizarse con las centrifugas con tambor macizo:

- Clarificación de líquidos
- Deshidratación de suspensiones y lodos
- Espesamiento de lodos
- Separación de una mezcla de tres fases, es decir, dos líquidos no miscibles y una fase de materia sólida
- Clasificación de sólidos presentes en una suspensión en función del tamaño de las partículas (clasificación húmeda).
- Clasificación de sólidos por su densidad

Para que los decaners con tambor macizo alcancen el máximo rendimiento y cumplan con todos los requerimientos y exigencias de las diferentes aplicaciones, estos deben adaptarse óptimamente al proceso de separación correspondiente.

Flottweg cumple con estos requerimientos y exigencias mediante una amplia gama de diferentes modelos y gracias a la variedad de diseños básicos tales como Decanter, Tricanter®, Sedicanter® y Sorticanter®. Las centrifugas con tambor macizo se utilizan en casi todas las aplicaciones de separación mecánica sólido-líquido.



Abbildung zeigt eine Dekanternschnecke

APLICACIONES TÍPICAS

Materiales vegetales y animales/alimentos

- Aceite de pescado
- Aceites vegetales
- Agua de bombeo proveniente de la industria de procesamiento de pescado
- Algas
- Almidón
- Bagazos
- Biodiesel
- Bioetanol
- Biogas
- Caseína
- Curtidos de tenería
- Derivados de celulosa
- Extracto de café
- Extractos vegetales
- Carne
- Gelatina
- Grasas animales
- Harina de pescado
- Jugos de fruta
- Jugos de verdura
- Lactosa
- Levadura de cerveza
- Lignina
- Melasa
- Orujos
- Papas
- Pectina
- Productos de fermentación
- Proteínas
- Proteínas de soja
- Sangre
- Sorbosa
- Surimi
- Vinaza
- Vino
- Vitaminas

Productos químicos y farmacéuticos

- Ácido fosfórico
- Aditivos para plásticos
- Carbonato de cinc
- Cloruro de polivinilo (PVC)
- Compuestos de fósforo
- Criolita
- Dióxidos de titanio
- DMT (dimetiltriptamina)
- Fertilizantes
- Fluorescentes
- Fluoruro de cálcico
- Fosfato tricálcico
- Hidróxido de aluminio
- Látex
- Óxido de cinc
- Óxido férrico
- Óxido de plomo
- Pigmentos para pintura
- Pinturas básicas
- Poliestireno
- Polietileno (HDPE)
- Polipropileno
- Resina epóxida
- Sales diversas
- Silicatos
- Sulfato de bario
- Sulfato de calcio
- Sulfato de cinc

Minerales

- Arcilla
- Bauxita
- Bentonita
- Caolín
- Carbonato de calcio
- Carburo de silicio
- Extracción de cobre
- Grafito
- Hidróxido férrico
- Hidróxido de magnesio
- Lodos de carburo
- Mica
- Silicatos
- Silicio
- Yeso

Protección del medioambiente / reciclaje

- Agua de lavado de arena
- Aguas residuales industriales
- Aguas residuales municipales
- Clasificación de plásticos usados
- Desechos orgánicos
- Lodos de perforación
- Lodos de pintura
- Lodos provenientes de acerías

Aceites minerales

- Limpieza del alquitrán
- Lodos aceitosos provenientes de lagunas de sedimentación
- Lodos que contienen hidrocarburos

Ejemplos de más de 1000 aplicaciones realizadas hasta la fecha

CENTRÍFUGAS CON TAMBOR MACIZO

El principio básico de las centrifugas con tambor macizo se conoce desde finales del siglo XIX. Durante el transcurso del tiempo, los avances tecnológicos así como la existencia y disponibilidad de materiales de construcción rígidos y altamente resistentes a la corrosión han permitido que el decanter con tambor macizo se utilice en diversos procesos.

La utilización de componentes mecánicos y electromecánicos para la instrumentación y el control ha mejorado el rendimiento y la disponibilidad de las máquinas.

El diseño básico de una centrifuga con tambor macizo es relativamente simple y puede ser adaptado según las especificaciones y/o necesidades del proceso. Dentro de la gama de centrifugas modernas utilizadas en las diferentes industrias en la actualidad, los decanters tienen el mayor rango de aplicaciones.



© Marca registrada en varios países



CENTRÍFUGAS DECANTADORAS FLOTTWEG

ALIMENTACIÓN

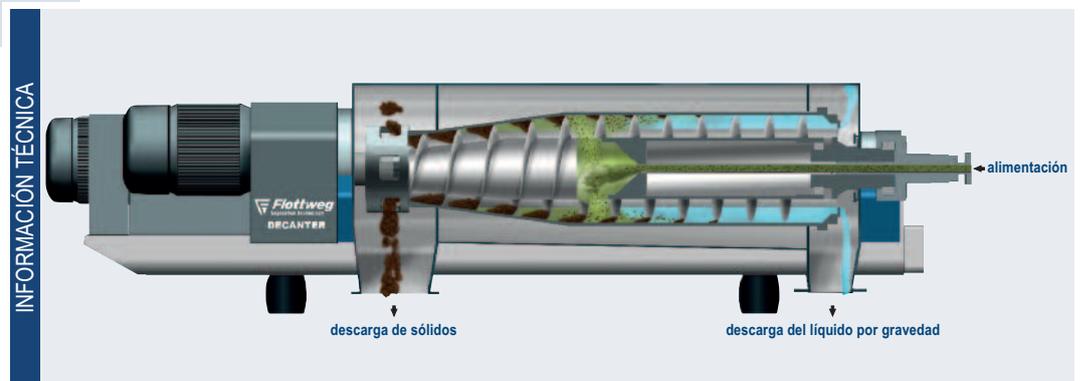
El producto a ser separado se introduce a través de un tubo de alimentación central y es conducido a la zona media de alimentación del tornillo sinfín. Desde ahí, el producto es acelerado suavemente (en dirección circunferencial) y se dirige e ingresa en el tambor centrífugo a través de las puertas de distribución.

TAMBOR

El tambor tiene una forma cónica y cilíndrica y gira a una velocidad determinada según las necesidades de la aplicación. En el tambor, la suspensión alcanza la plena velocidad circunferencial formando una capa concéntrica en la pared del tambor. Los sólidos contenidos en el producto son depositados en la pared del tambor por efecto de la fuerza centrífuga. La longitud del tambor cilíndrico, así como el ángulo de la parte cónica, pueden ser seleccionados y adaptados de acuerdo a los requerimientos específicos de cualquier aplicación.

TORNILLO SINFIN

El tornillo sinfín gira a una velocidad diferencial relativamente a la del tambor y transporta los sólidos depositados en la pared del tambor hacia la parte cónica y final del tambor. La velocidad diferencial determina el tiempo de permanencia de los sólidos en el tambor. El tiempo de permanencia es una variable importante para el secado de los sólidos que se quiere alcanzar y puede ser ajustada óptimamente cambiando la velocidad diferencial del tornillo sinfín para obtener, de esta manera, la separación deseada. Dependiendo de las características físicas del producto, los Decaners Flottweg se pueden suministrar con diferentes diseños del tornillo sinfín o se puede intercambiar el tornillo ya existente. Los tornillos sinfín con diferentes pasos o con simple o doble hélice constituyen ser importantes variables de diseño.



Decaners Flottweg para la separación de sólidos y líquidos con descarga de la fase líquida por gravedad



Rotor del decanter con placas de regulación ajustables

DESCARGA DE SÓLIDOS

Los sólidos depositados son expulsados a través de las puertas de salida (ubicadas en la parte cónica final del tambor) y son recogidos en el colector de sólidos que forma una parte de la carcasa de la máquina. Desde allí caen libremente de la máquina.

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Flottweg utiliza exclusivamente acero inoxidable de alta calidad en la construcción de todas las partes del decanter que están en contacto con el producto. El tambor y el cuerpo del tornillo sinfín están contruidos de acero inoxidable de fundición centrífuga.

RODAMIENTOS DEL ROTOR

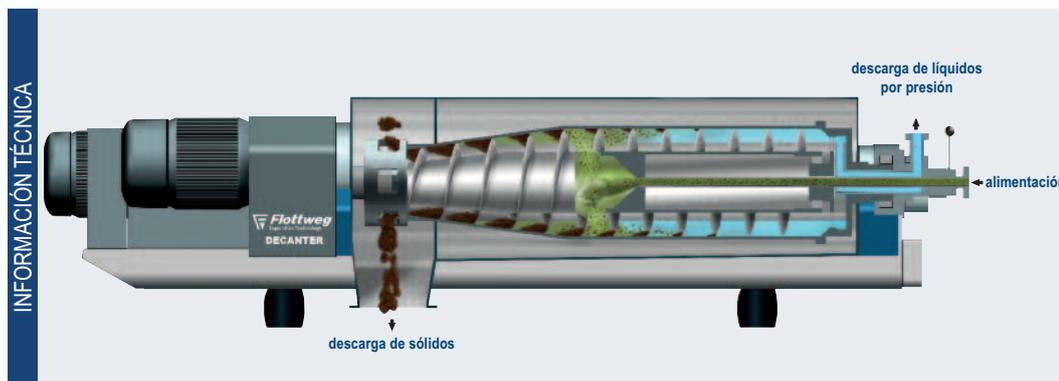
Rodamientos diseñados especialmente de acuerdo a los más exigentes requerimientos para centrífugas que operan a alta velocidad hacen posible una larga vida y una alta fiabilidad. Dependiendo de la aplicación y el modelo, los rodamientos son lubricados mediante un sistema de lubricación central que utiliza grasa o aceite.

DESCARGA DE LÍQUIDOS

El líquido clarificado fluye hacia la parte cilíndrica final y desde ahí es descargado a través de salidas hacia la carcasa del tambor. En estas salidas se encuentran placas de regulación con las cuales se pueden ajustar fácil y precisamente la profundidad de la laguna en el tambor. El líquido es recolectado en un colector central y luego es descargado por gravedad.

RODETE CENTRÍPETA

Alternativamente, el líquido clarificado también puede ser descargado del tambor a través de un rodete a presión en un sistema cerrado. De esta manera, se evita la necesidad de tener una bomba adicional. Una versión más avanzada es el rodete a presión ajustable que permite un ajuste variable y preciso de la profundidad de la laguna durante la operación, facilitando así una adaptación rápida y exacta a los cambiantes requerimientos, sin necesidad de parar la máquina.



Decanter Flottweg: Descarga de la fase líquida (concentrado) por presión

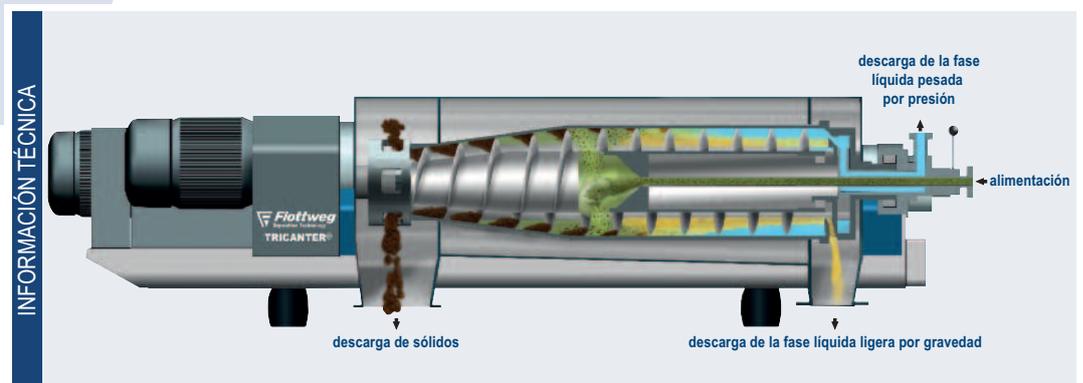


TRICANTER® FLOTTWEG

Separación de tres fases

El Tricanter® Flottweg permite separaciones de mezclas de 3 fases, es decir, la separación simultánea de dos fases líquidas no miscibles con diferentes densidades y una fase sólida la cual es la más pesada de todas las fases. El proceso de funcionamiento es parecido al de un decanter. La diferencia más importante en comparación con el decanter es básicamente la descarga separada de ambas fases líquidas.

El Tricanter® Flottweg descarga el líquido más pesado a presión mediante el rodete ajustable y la fase ligera la descarga por gravedad. La ventaja que ofrece el rodete ajustable es que permite ajustar la posición de la zona de separación en la máquina y por consiguiente el grado de separación mientras la máquina está en funcionamiento. Esto permite alcanzar el más alto grado de pureza de los líquidos, de manera tal que, en algunas aplicaciones no se requieran realizar etapas de separación posteriores.



Tricanter® Flottweg (decanter de tres fases)
Descarga del centrado: fase pesada por presión, fase ligera por gravedad



Diámetro de la palanca excéntrica ajustable

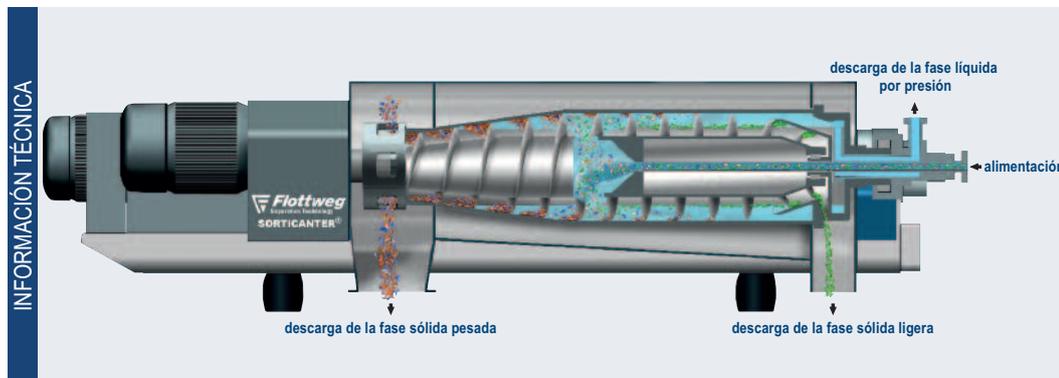
Dispositivo para la alimentación y la descarga con rodete excéntrico para el ajuste por palanca

El innovador Sorticanter® Flottweg está especialmente diseñado para la separación de sólidos con distintas densidades. El proceso utiliza un líquido auxiliar de transporte cuya densidad se encuentra entre las densidades de los sólidos que se van a separar.

El patentado Sorticanter® Flottweg consiste básicamente en un tambor cónico cilíndrico, con un segundo cono interior al final de la parte cilíndrica y un tornillo sinfín ajustado en el contorno interior del tambor. El tambor y el tornillo sinfín giran a altas velocidades en la misma dirección, pero el tornillo sinfín gira a una velocidad diferencial más elevada en comparación con la del tambor. La mezcla sólida-líquida es inyectada a través del tubo de alimentación y puertitas ubicadas en el tornillo sinfín hacia el

tambor y es acelerada hasta que alcance la velocidad diferencial. La fuerza centrífuga ocasiona que los sólidos que son más pesados que el líquido de transporte se sedimenten en la pared del tambor, formando una capa concéntrica. El tornillo sinfín transporta la capa de sólidos más densos hacia la parte cónica del tambor, a través de la zona de secado y finalmente por las puertas de salida hacia el colector de sólidos densos. Los sólidos que son más ligeros que el líquido de transporte flotan y serán impulsados por la corriente del líquido transportador hacia un segundo cono.

Cuando las partículas flotantes alcanzan el segundo cono interno, el sentido helicoidal del tornillo sinfín es opuesto lo que permite descargar los sólidos ligeros a través de la zona de secado y finalmente hacia los puertos de salida. El líquido de transporte es descargado a través del espacio ubicado entre el cono y la pared del tambor hacia la cámara de separación y luego es descargado bajo presión mediante un rodete. Luego de un proceso intermedio de limpieza, el líquido puede ser reciclado y ser utilizado nuevamente como líquido de transporte.



Sorticanter® Flottweg para el reciclaje de plásticos



Recortes de plástico a procesar utilizando el Sorticanter®

SEDICANTER® FLOTTWEG

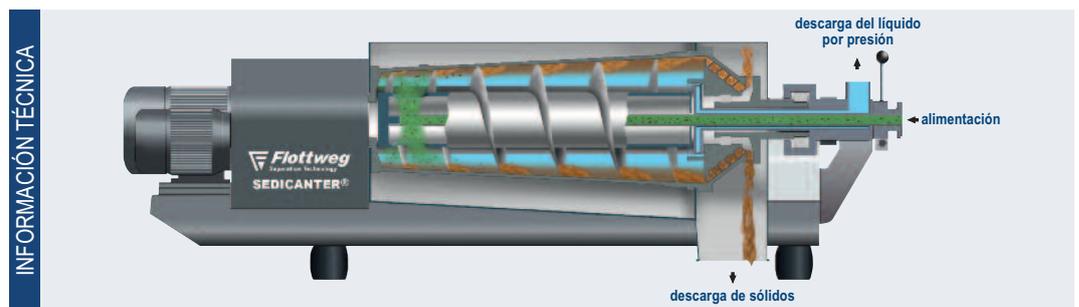
EL Sedicanter® Flottweg está diseñado para separar sólidos de líquidos cuando los sólidos forman sedimentos cuya consistencia oscila entre blanda a líquida.

El Sedicanter® es usado cuando los sólidos que van a ser tratados con un Decanter son muy finos y el sedimento no puede ser tratado óptimamente debido a su consistencia blanda. Durante la separación en el tambor del Sedicanter®, el sólido y el líquido se mueven de un extremo a otro en la misma dirección dentro de la zona de separación sin necesidad de atravesar una vez más la zona de alimentación. El líquido centrifugado es descargado a través de un rodete ajustable. El sedimento que se forma en el Sedicanter® se acumula con ayuda de un disco de inmersión y es finalmente expulsado del tambor.

En los diferentes campos de aplicación del Sedicanter® se incluyen los llamados “productos blandos”, tales como biomasa, suspensiones de levaduras y proteínas, caldos de fermentación, etc.

Especialidades técnicas:

- Gracias a una fuerza de más de 10.000 g se puede realizar la separación de sólidos muy finos que no tienen tendencia a sedimentarse.
- El diseño único del distribuidor de alimentación y el sellado hermético del tambor evitan la formación de espuma en la zona de entrada del producto.
- Diseño estanco a gases (opcional)
- Su diseño permite que se realice una limpieza fácil aún en las zonas difíciles donde se produce la sedimentación. Por esta razón, esta puede ser utilizada para diversas aplicaciones en la industria farmacéutica.
- Se pueden adjuntar y enviar sellos de polímeros para el rotor para aplicaciones difíciles.
- Disponible con el accionamiento Simp Drive®



Sedicanter® Flottweg



A veces las centrifugas deberán ser limpiadas antes de ser apagadas. Existen diferentes procesos de limpieza dependiendo de la aplicación. Las Centrifugas Flottweg están diseñadas para una operación continua y no necesitan ser abiertas para su limpieza. Las Centrifugas Flottweg utilizadas en las industrias farmacéuticas, alimenticias y biotecnológicas son diseñadas para que se les pueda adaptar el sistema de limpieza automática CIP in situ.

LIMPIEZA DE CENTRÍFUGAS PARA APLICACIONES ESTÁNDARES

En la mayoría de las aplicaciones (aguas residuales, separación de cristales etc.) es suficiente enjuagar la centrifuga a través del tubo de alimentación antes de apagarla para remover los sólidos adheridos. El tiempo de enjuague y el tipo de fluido de limpieza que se aplique dependen del producto que se utilice. En la mayoría de los casos, es suficiente enjuagar con el líquido centrifugado. Adicionalmente y si se requiere, se pueden adaptar toberas rociadoras para la limpieza de la centrifuga, la parte externa del tambor, así como para la parte interna del tornillo sinfín.

LIMPIEZA DE CENTRÍFUGAS UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA, ALIMENTARIA Y BIOTECNOLÓGICA

En la industria farmacéutica, alimenticia y biotecnológica, las exigencias de limpieza para las centrifugas son muy altas. Flottweg diseña sus equipos para cumplir con estas exigencias.

Las características de una centrifuga que cumple con las más altas exigencias higiénicas son:

- Todas las soldaduras son rectificadas de acuerdo a los acabados higiénicos específicos (opcional).
- Todas las superficies son fabricadas con acabados que cumplen con las condiciones específicas de rugosidad.
- Cuentan con juegos de toberas de enjuague dentro de la centrifuga y en el interior del tornillo sinfín.
- Rodete ajustable
- El accionamiento con variadores de frecuencia para el sistema CIP permite una velocidad de rotación lenta para un mejor enjuague.
- El tornillo sinfín, la carcasa y el tambor son electro pulidos.



ACCIONAMIENTOS

GENERALIDADES

Los accionamientos de las centrifugas decantadoras deben cumplir con dos requerimientos: En primer lugar, todo el rotor debe girar a alta velocidad y en segundo lugar, en el interior del tambor, el tornillo sinfín debe girar a una pequeña velocidad diferencial creando simultáneamente un torque alto en relación con la pared del tambor. Los accionamientos de los tambores ofrecidos por Flottweg son equipados idealmente con motores eléctricos controlados por variadores de frecuencia o motores hidráulicos con velocidad ajustable. Así, la velocidad rotatoria del tambor siempre puede ser ajustada según sea la tarea de separación. Además, es posible superar el alto momento de inercia durante el tiempo del arranque y de la aceleración sin picos en la corriente eléctrica. Para el accionamiento del tornillo sinfín, Flottweg ofrece motores hidráulicos o transmisiones mediante reductores según sea la tarea de separación. La mayoría de las configuraciones de accionamiento disponen de una velocidad diferencial regulable, lo que permite un ajuste óptimo para cumplir con los requerimientos particulares de la aplicación.

ACCIONAMIENTO COMPLETAMENTE HIDRÁULICO

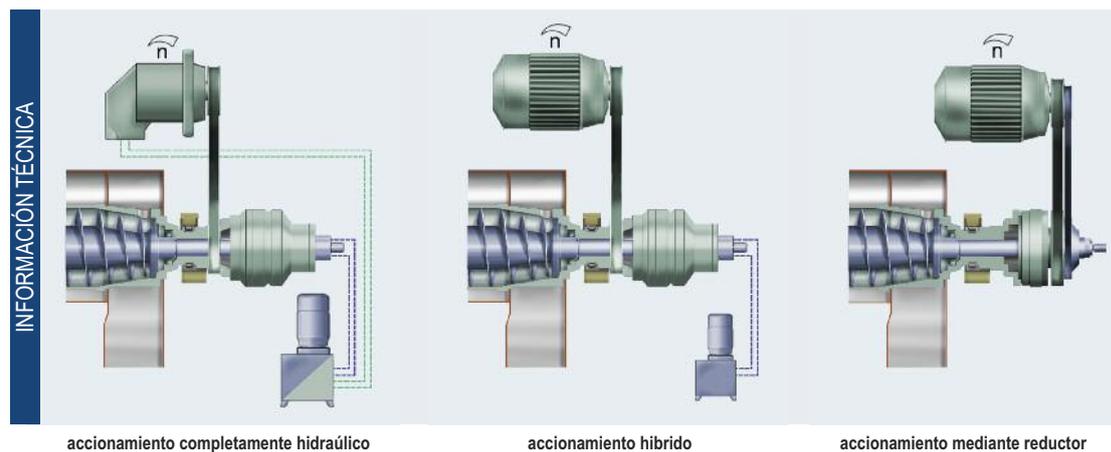
El tambor y el tornillo sinfín son accionados mediante motores hidráulicos. El hidromotor que acciona el tornillo sinfín está montado en el tambor y acciona directamente el tornillo sinfín. El tambor es accionado

ACCIONAMIENTO HÍBRIDO

Un electromotor con variador de frecuencia accionado híbridamente controla el tambor, en vez de un motor hidráulico. El agregado hidráulico tiene un diseño compacto especial que sólo requiere de un circuito de aceite para el accionamiento del tornillo sinfín. Las posibilidades para el ajuste y control son exactamente las mismas que en un sistema completamente hidráulico.

Ventajas de los accionamientos hidráulicos

Los sistemas hidráulicos ofrecen muchas ventajas particularmente cuando se aplican en equipos móviles, ya que las unidades periféricas (agregado y tablero eléctrico) son relativamente compactas lo que permite poder utilizar el espacio de manera óptima. Otra de las ventajas es la posibilidad de colocar el equipo en áreas con riesgo de explosión ya que se cuenta con menos equipos eléctricos en la zona explosiva.



mediante correas. Una unidad hidráulica compacta alimenta los dos circuitos con aceite a través de dos bombas regulables. El caudal de aceite correspondiente determina la velocidad del tambor y la velocidad diferencial del tornillo sinfín. La presión del aceite sirve como regulador del torque y de la carga mecánica de la máquina. De esta manera, se cumple con los requerimientos para las diferentes posibilidades de accionamiento, regulación y supervisión de la maquinaria. Mediante este diseño, el tornillo sinfín puede girar aún cuando el tambor no este accionado (descarga de sólidos).

ACCIONAMIENTO MEDIANTE ENGRANAJES Y VARIADOR DE FRECUENCIA

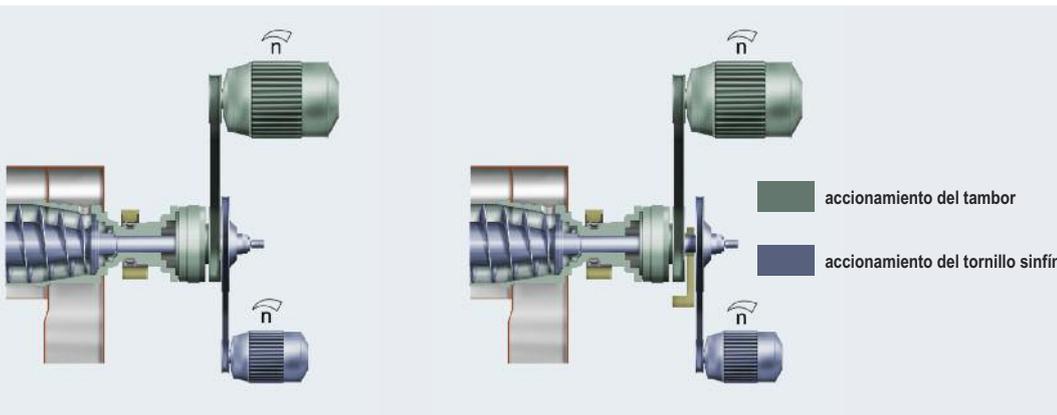
Un motor eléctrico controlado por frecuencia acciona el tambor mediante una transmisión por correas trapezoidales (V-Belt drive). Una segunda transmisión en paralelo, acciona el reductor planetario de la máquina, el cual genera la velocidad diferencial del tornillo sinfin (proporcional a la del tambor). En este caso, la velocidad diferencial puede ser cambiada y ajustada cambiando las poleas. El accionamiento que utiliza Flottweg, mediante engranajes, es el sistema más básico y es apropiado especialmente para operaciones de separación en donde el producto no presenta fluctuaciones y no se requiere cambiar la velocidad diferencial.

ACCIONAMIENTO CON DOS VARIADORES DE FRECUENCIA

Esta aplicación se deriva del accionamiento mediante el engranaje Flottweg, en donde la segunda transmisión cuenta con su propio motor de frecuencia ajustable. Así, la velocidad diferencial puede ser controlada, monitoreada y ajustada independientemente en un rango preestablecido. Ambos motores de accionamiento son controlados y accionados por un variador de frecuencia cada uno. Este accionamiento es el más apropiado cuando se requiere de altas velocidades diferenciales.

Beneficios del sistema Simp Drive®:

- Baja demanda de energía debido a la alta eficiencia
- Un sistema de accionamiento simple que no requiere de sobredimensiones en los motores de funcionamiento
- No requiere de circulación de energía por los enlaces intermedios.
- Accionamiento uniforme y torque constante
- Integración simple a sistemas de control de procesos
- Los más pequeños variadores de frecuencia
- Variadores de frecuencia independientes y de diseño standard, simple de operar y de simple mantenimiento
- Gran flexibilidad en la elección de las condiciones de velocidad diferencial de accionamiento
- Descarga del tambor aun cuando el tambor está parado
- Ideal para pequeñas y medianas velocidades diferenciales.



engranajes y variador de frecuencia

Simp Drive®

SIMP DRIVE®

El accionamiento Simp Drive® Flottweg regula la velocidad diferencial entre el tambor y el tornillo sinfin en función del torque. Por esta razón el decanter deshidrata el producto obteniendo el máximo contenido en materia seca también en caso de condiciones variables en la alimentación. La característica principal de este concepto nuevo es un engranaje planetario multifase con una mecánica de transpaso especial. El tambor y el tornillo sinfin operan y accionan energíca y técnicamente de manera independiente (como en el caso de un sistema hidráulico).



CONTROL DE LA VELOCIDAD DIFERENCIAL DEL TOR- NILLO SINFIN Y PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA

Las fluctuaciones en el caudal y en la concentración de los sólidos pueden causar un rendimiento más bajo, una sobrecarga o la obstrucción de la centrífuga. Para evitar estos problemas y aprovechar al máximo la capacidad de la centrífuga, es necesario controlar y ajustar la velocidad diferencial constantemente a las condiciones de la operación.

Flottweg ofrece sistemas de control para la velocidad diferencial, los cuales operan según el siguiente principio:

1. El torque del tornillo sinfín es una medida de la carga total de sólidos en el tambor.
2. La carga total y el torque deben mantenerse siempre en un valor óptimo.

Si el torque excede el valor óptimo, el sistema controlador de Flottweg incrementa la velocidad diferencial para evacuar los sólidos a mayor velocidad hasta que el torque disminuya nuevamente. De manera inversa, la velocidad diferencial es reducida cuando el torque está por debajo de su valor óptimo. Este control automático asegura una óptima separación durante una operación normal.

Si se siguen produciendo desperfectos en el proceso, la protección contra sobrecarga integrada en dos etapas ofrece una extraordinaria seguridad para evitar la obstrucción que podría sufrir la máquina. Si el incremento en la velocidad diferencial no es suficiente para compensar la sobrecarga de sólidos, el sistema corta la alimentación hasta que el torque regrese a niveles inferiores al parámetro establecido de torque. Esta medida permite en la mayoría de los casos solucionar el problema de una sobrecarga sin tener que apagar totalmente el sistema. Si esto no fuera suficiente y el torque continuase incrementando, el sistema desconecta el accionamiento del tambor protegiendo así la máquina de sobrecargas y daños. Como la velocidad del tambor disminuye, también disminuye el torque por lo que la máquina se vaciará por completo, de esta manera no es necesario evacuar el tambor manualmente. Las máquinas con el sistema hidráulico o Simp Drive® permiten la descarga de los sólidos a un elevado torque en el tornillo sinfín, mientras el tambor está apagado.

INFORMACIÓN TÉCNICA

The screenshot displays the Flottweg Touch Control interface for a SIMP-DRIVE® system. The interface is organized into several sections:

- Navigation Tabs:** Esquema, Decanter, Alimentación, Salida.
- Sub-sections:** SIMP-DRIVE®, Rotor, Lubricación.
- Rotor Parameters:**
 - Potencia rotor: 23,7 kW
 - RPM rotor: 3468 rpm
 - Valor de régimen: 85,0 %
 - Min. RPM rotor: 500 rpm
 - Min. RPM diferencial: 0,5 rpm
- Bearing Temperature (Temperatura rodamiento):**
 - Valor real: 36 °C
 - Lado accionamiento: 36 °C
 - Lado alimentación: 33 °C
 - Pre-alarma: 120 °C
 - + 10 °C
 - Alarma: 130 °C
- Operational Settings:**
 - Tiempo de inercia rotor tras auto-stop: 6,0 min
 - Tiempo espera para producción en modo automático: 60 min
- Status Bar:** 11:04:03, 20/10/2016, Usuario: [icon]

Flottweg Touch Control

Sistema de control para una instalación completa

Flottweg asegura la óptima adaptación del sistema de control a su centrifuga. Sólo el fabricante de la máquina conoce los requerimientos detallados. Así se eliminan interfaces con responsabilidades mal definidas. Luego de un tiempo corto de puesta en marcha, la centrifuga se integra de manera óptima a su proceso y se puede poner en marcha en muy poco tiempo con máximas capacidades.

Como fabricantes de nuestros propios tableros de control, podemos cumplir con casi todos los requerimientos específicos de nuestros clientes. Se pueden realizar fácilmente adaptaciones a nuevos requerimientos. La comprobación de calidad que se realiza a nuestros sistemas de control en nuestros talleres antes de ser enviados evita que se produzcan tardanzas para la puesta en marcha y permite al cliente obtener una producción a tiempo y de manera eficiente.

Con la ayuda de la ingeniería y la competencia de Flottweg pueden estar seguros de poder superar también desafíos futuros.

Integración y manejo óptimo adaptado a su proceso

Sus ventajas:

- La óptima integración del sistema de control de la centrifuga en el sistema de control general de la planta es la pre-condición para obtener la más alta eficiencia y fiabilidad de la planta.
- Gracias al manejo fácil y evidente del control táctil se evitan interrupciones de la operación debido a maniobras falsas.
- Todas las opciones modernas del control y del mantenimiento remoto son posibles a todo momento gracias a las posibilidades correspondientes de conexión. Se minimizan tiempos de parada no deseados y los costos de operación.
- Rápida puesta en marcha porque todas las funciones y señales se controlan antes de la entrega – Usted pueden empezar a producir rápidamente.
- Más alta seguridad gracias a la observación de todas las normas europeas (EN) y ISO gracias a nuestras pruebas de aceptación en fábrica
- Rápida disponibilidad de repuestos en todo el mundo gracias al uso de componentes estándares

INFORMACIÓN TÉCNICA

The screenshot displays the Flottweg Touch Control interface for a centrifuge. It features a 3D model of the centrifuge with various parameters and controls overlaid. The interface includes a top navigation bar with tabs for 'Esquema', 'Decanter', 'Alimentación', and 'Salida'. The main display area shows a 3D model of the centrifuge with the following parameters: 'Producción en marcha' (Production in progress), '33 °C' (Temperature), '3468' (Speed), '2,5 rpm' (Rotation speed), and '36 °C' (Temperature). There are also two motor icons with '23,7 kW' and '35,0%(X)' labels. The interface includes a control panel with 'I' (Start) and 'O' (Stop) buttons, and a 'Local' button. The bottom status bar shows the time '10:47:50', the date '20/10/2016', and the user name 'Usuario:'. The Flottweg logo is visible in the top right corner of the interface.

Flottweg Touch Control

Control táctil Flottweg

SISTEMAS DE SELLADO

La gran mayoría de tamaños y modelos de las Centrífugas Flottweg ofrecen varias versiones de sellado entre el espacio de separación y la atmósfera. Estas son:

- atmosférico
- estanco a vapores
- estanco a gases

Las Centrífugas Flottweg pueden ser adaptadas para ser operadas en sistemas cerrados.

CENTRÍFUGAS ATMOSFÉRICAS

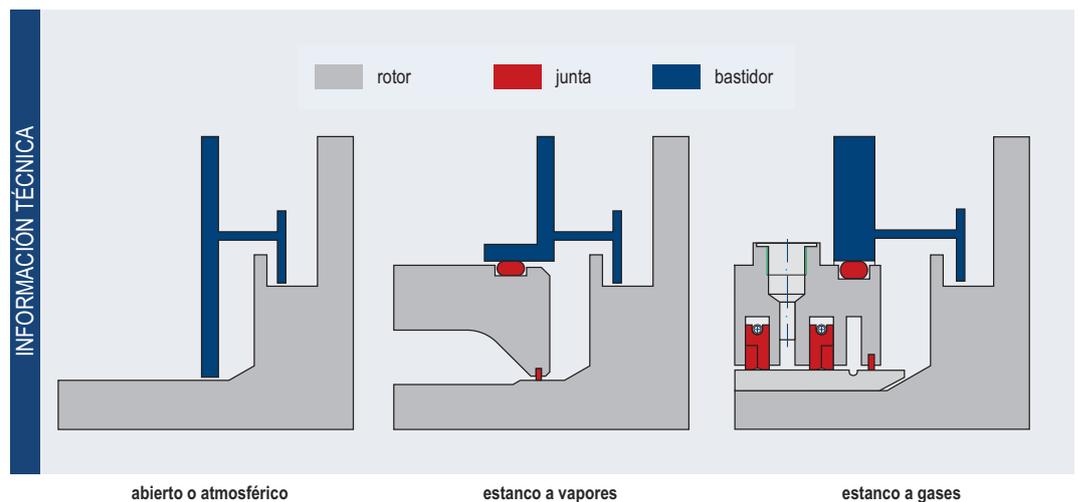
Las centrífugas atmosféricas son la versión básica y se utilizan en aplicaciones donde no se producen riesgos de emisiones no deseadas del producto o vapor a la atmósfera.

CENTRÍFUGAS ESTANCAS A VAPOR

Las Centrífugas Flottweg estancas a vapor son la decisión correcta para aplicaciones en las que las emisiones de sustancias provenientes del producto en operación o la alimentación de aire hacia la materia en operación pueden tener un efecto negativo. Juntas adicionales colocadas en el eje del rotor y en la carcasa incrementan el sellado. Las emisiones pueden ser suprimidas mediante la aplicación de una purga de gas (también aire) o mediante la ventilación de la carcasa de la centrífuga.

CENTRÍFUGAS ESTANCAS A GASES

Las centrífugas estancas a gases permiten una operación segura con medios tóxicos, corrosivos o inflamables mediante la aplicación de gas inerte en las juntas del rotor y desplazando el aire por gas inerte en el interior de la centrífuga. Se puede mantener también una presión positiva y negativa en el interior de la centrífuga mediante la regulación del caudal del gas inerte. La variedad de los elementos para sellar posibilita una operación con un consumo mínimo de gas inerte.



PURGADO y alimentación con gas inerte

OPERACIÓN CON PRODUCTOS INFLAMABLES

Cuando se utilizan centrifugas para procesar productos cuyos vapores junto con el oxígeno forman una mezcla inflamable, se debe eliminar cualquier riesgo de explosión mediante la sustitución del aire por un gas inerte. Por lo general se utiliza el nitrógeno. Es necesario que las centrifugas y componentes de la planta sean de versión estanca a gases para evitar la emisión de vapores a la atmósfera y la entrada de aire al interior de la planta. Ejemplos típicos de estas aplicaciones se encuentran presentes en la industria química y farmacéutica, en el tratamiento con solventes orgánicos ligeramente inflamables y en el procesamiento de lodos oleosos. Las Centrifugas Flottweg cumplen con la norma ATEX 95 en zona 1 y clase de temperatura T3.

PURGA

Antes de la puesta en marcha, todo el sistema, incluyendo la centrifuga, es purgado con gas inerte. Para este propósito se hace fluir una gran cantidad de gas inerte a través del sistema hasta que el oxígeno se reduzca a una medida por debajo de su nivel crítico. El purgado finaliza cuando un múltiplo del volumen de la planta ha sido esparcido con el gas inerte o cuando una sonda de oxígeno instalada en la centrifuga muestra una concentración segura de oxígeno.

ALIMENTACIÓN CON GAS INERTE

Después de un purgado completo y durante la operación con el producto el sistema es alimentado con gas inerte. Se le suministra suficiente gas inerte hasta que se mantenga una ligera sobrepresión (presión de superposición), la misma que evita que aire atmosférico ingrese al sistema.

CONTROL DE CENTRÍFUGAS PURGADAS CON GAS INERTE

El control de centrifugas purgadas con gas inerte se basa en el monitoreo de una diferencia de presión con regulación automática integrada. El monitoreo de una presión diferencial mantiene una sobrepresión de superposición fija y constante en el sistema de juntas mediante válvulas de control. No es necesario realizar una regulación manual posteriormente. Este método ofrece la ventaja de que la presión en el interior del sistema de juntas y dentro de la centrifuga siempre sea más alta. De esta manera, se asegura una mejor protección contra la entrada de aire al sistema o emisiones del producto en la atmósfera.

PROCESAMIENTO DE MATERIALES SUSCEPTIBLES A LA OXIDACIÓN

Se debe evitar la entrada de aire en la centrifuga especialmente en el procesamiento de alimentos y bebidas ya que este podría producir oxidaciones no deseadas. Para evitarlo, se previene la entrada de aire en la centrifuga mediante medidas constructivas y la superposición con gas inerte. En la mayoría de los casos, se utiliza dióxido de carbono como gas inerte. Es suficiente contar con un sistema de control del caudal del gas inerte para realizar el monitoreo.



Unidad de Control Flottweg para la alimentación y la purga con gas inerte

LUBRICACIÓN

Las Centrífugas Flottweg pueden ser provistas de diferentes sistemas de lubricación, según las exigencias del cliente. El criterio de selección para el tipo de lubricación depende del tipo de operación de la máquina, ya sea un proceso continuo, por cargos, y del grado de automatización de todo el sistema. Todos los sistemas de lubricación pueden re-lubricarse manualmente durante la operación. La disponibilidad de los sistemas diferentes depende del modelo de la centrífuga.

LUBRICACIÓN MANUAL

Lubricación directa en los dos rodamientos utilizando una prensa de engrase manual



Sistema de engrase central (manual)

SISTEMA DE ENGRASE CENTRAL

La grasa es distribuida exactamente hacia los puntos más importantes de lubricación mediante un distribuidor de pistón desde una bomba central y manual.



Sistema de engrase automático

SISTEMA DE ENGRASE AUTOMÁTICO

A diferencia del sistema de lubricación central y manual, la bomba de lubricación del sistema de engrase automático se activa automáticamente. Esto asegura una lubricación uniforme y segura de la centrífuga. Además, esto previene que los rodamientos sean lubricados deficientemente o en exceso. Esto descarta picos en la temperatura de los rodamientos y evita el uso innecesario de lubricante. La bomba de engrase es controlada automáticamente. Para aplicaciones especialmente exigentes, se puede suministrar alternativamente un sistema de engrase aire/aceite.

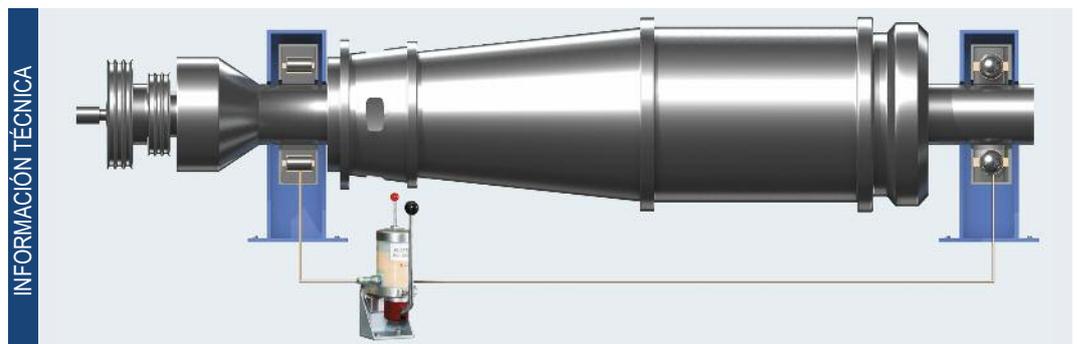


Sistema de engrase automático aire/aceite

SISTEMA DE ENGRASE AUTOMÁTICO AIRE/ACEITE

El sistema aire/aceite es una forma de lubricación completamente automática que utiliza muy poca cantidad de lubricante. Gotas de aceite son mezcladas con un caudal de aire para luego ser transportadas a los puntos de lubricación en los rodamientos. Con un consumo mínimo de aceite se obtiene una lubricación óptima aún a altas velocidades. Mediante el monitoreo de la presión del aire y aceite se garantiza un

alto grado de fiabilidad de la operación. Para la instalación en zonas con riesgo de explosión, se dispone de versiones con accionamientos neumáticos que cumplen con las normas ATEX 95 zona 1 y temperatura clase T4.

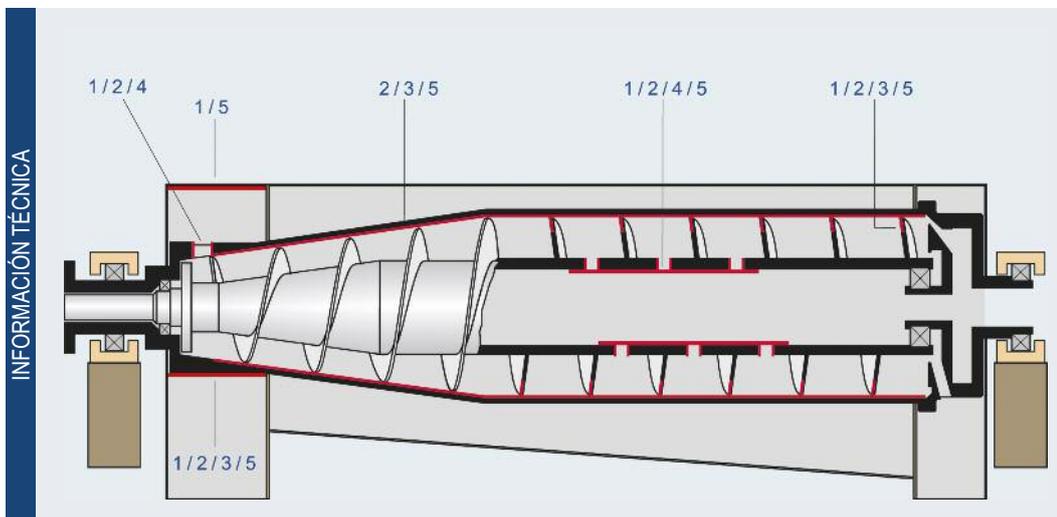


Puntos de los rodamientos lubricados mediante el sistema de engrase central

Flottweg ofrece una amplia gama de protecciones antidesgaste para cumplir con los requerimientos de diversas aplicaciones en las que una centrifuga es instalada.

Para minimizar los costos de mantenimiento en operaciones con productos altamente abrasivos, se pueden reemplazar todos los elementos de desgaste, excepto las superficies duras soldadas o el recubrimiento atomizado.

1. Superficies duras soldadas o con un recubrimiento por atomización
2. Cerámica encolada
3. Metal duro soldado o fijado con tornillos
4. Metal duro fundido encolado
5. Material sintético fijado con tornillos o encolado



Elementos de desgaste que pueden ser reemplazados



MONITOREO DE LOS DECANTERS

MONITOREO DE LA VIBRACIÓN (ESTÁNDAR)

La vibración se registra a través de sensores. Al alcanzar el máximo valor permisible, se activa una alarma y el sistema ordena parar la centrífuga inmediatamente.

MONITOREO DE LA VELOCIDAD (ESTÁNDAR)

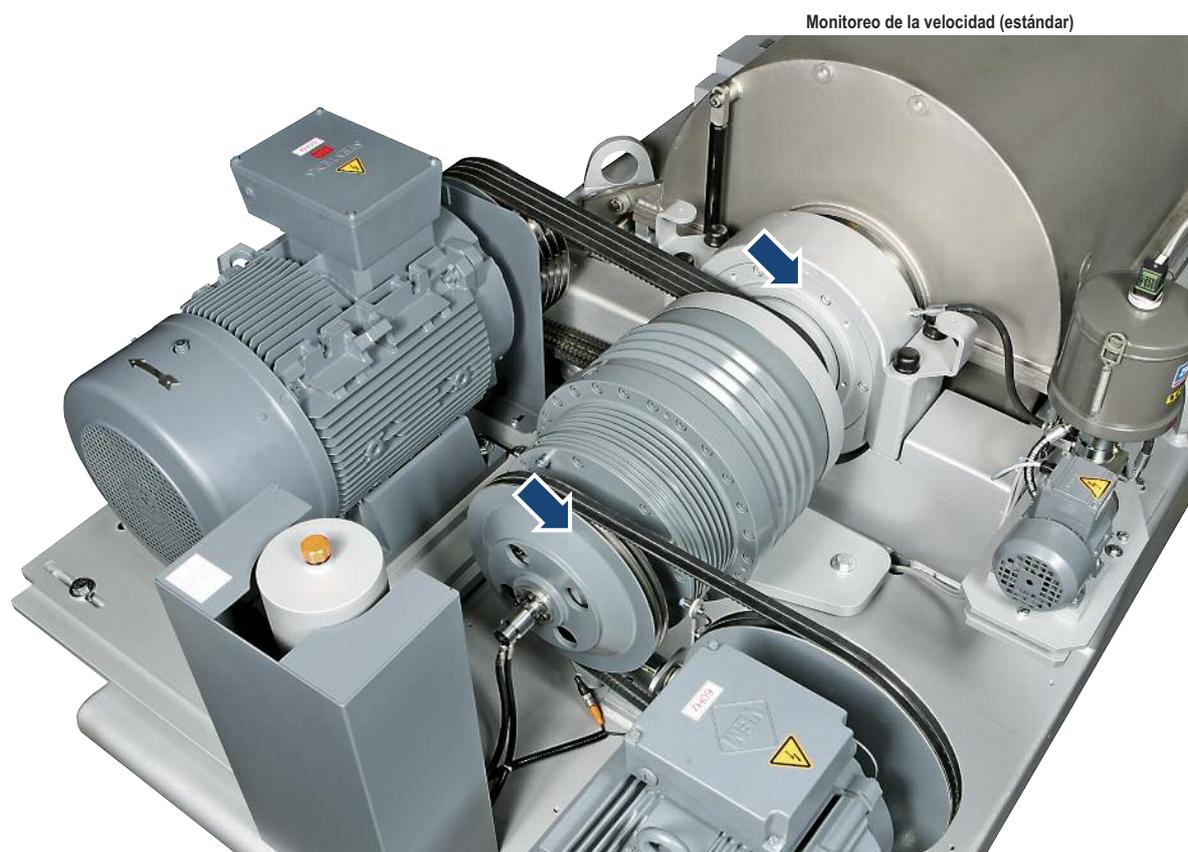
La velocidad del tambor y la velocidad diferencial del tornillo se miden utilizando un interruptor de proximidad inductivo y se indican en una pantalla digital. El monitoreo continuo de los valores máximos y mínimos durante la operación contribuye a minimizar situaciones críticas y a satisfacer estándares de seguridad relevantes.

MONITOREO DE LA TEMPERATURA EN LOS RODAMIENTOS (OPCIONAL)

Supervisión de la temperatura mediante termómetros de resistencia lo que facilita un monitoreo remoto. Cuando se exceden las temperaturas límites pre-programadas entre 100 > 130 grados, según sea la aplicación, la centrífuga da una alarma o se apaga el motor. Estas medidas preventivas salvaguardan daños a los rodamientos.



Monitoreo de la vibración (estándar)



Monitoreo de la velocidad (estándar)

UNA RED GLOBAL QUE ASEGURA EL SERVICIO POST-VENTA

OFRECER ALTA DISPONIBILIDAD ES NUESTRA FORTALEZA

Una eficiente planificación del proyecto de acuerdo a cada aplicación, un diseño eficiente, un alto nivel de fabricación y un servicio de mantenimiento apropiado son pre-requisitos necesarios para una operación sin problemas. Nuestros experimentados y competentes ingenieros del departamento de servicio postventa están a su entera disposición cuando sea necesario. El grupo de Servicio Flottweg también proporciona un servicio de mantenimiento preventivo para evitar paradas no previstas en la producción.

CALIDAD "HECHO EN ALEMANIA"

Flottweg cuenta con la certificación ISO 9001 y fabrica sus productos cumpliendo con las normas y estándares más actuales.



Los servicios de Flottweg incluyen:

- Asesoría competente en materia de procesos de separación
- Pruebas piloto in situ, o en el laboratorio y centro de pruebas Flottweg
- Selección y especificaciones de los equipos
- Automatización e integración en el proceso según los requerimientos del cliente
- Diseño y construcción de completos sistemas de proceso
- Instalación, puesta en marcha, servicio de mantenimiento, reparación y suministro de piezas de repuesto en todo el mundo

Números de servicio

Tel.: +49 8741 301-0
Fax: +49 8741 301-404

Desde las 5 de la tarde hasta las 7 de la mañana
Teléfono/fax:
+49 8741 91591



Planta piloto móvil

SERVICIO POST-VENTA

Incluso la mejor maquinaria requiere mantenimiento y servicio. Flottweg dispone de una red mundial de sucursales, empresas afiliadas y representaciones establecidas desde hace muchos años para poder proveer a nuestros clientes de servicio post-venta y de repuesto. Nue-

tros ingenieros y técnicos están calificados para realizar cualquier tipo de instalaciones, puesta en marcha, reparaciones y mantenimiento.

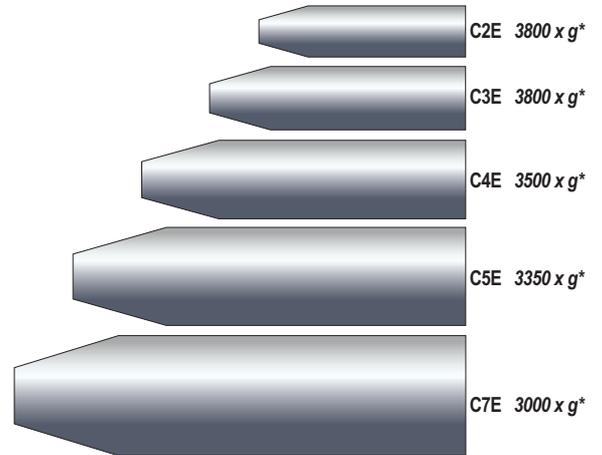


Nuestros técnicos de servicio siempre están a su entera disposición.

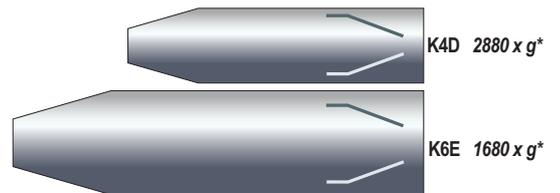
CENTRÍFUGAS DE TORNILLO SINFIN CON TAMBOR MACIZO. GAMA DE PRODUCTOS Y MODELOS

Decaners de la serie C, Sorticanter[®] y Sedicanter[®]

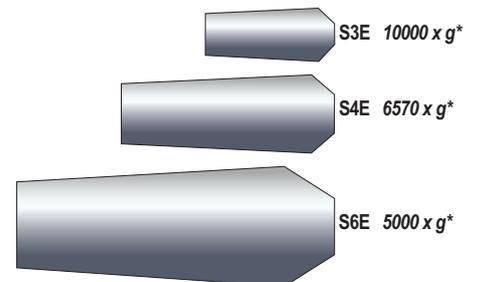
Decanter
Serie C



Sorticanter[®]



Sedicanter[®]

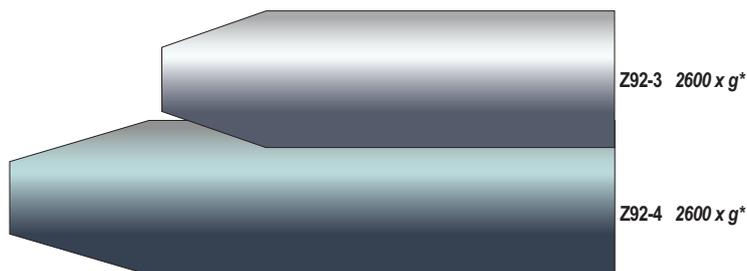
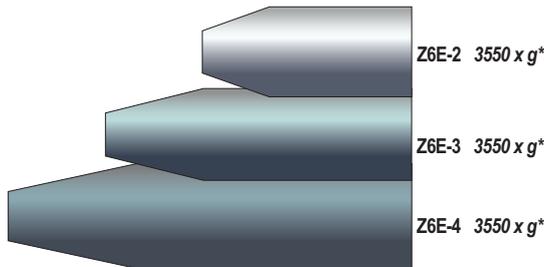
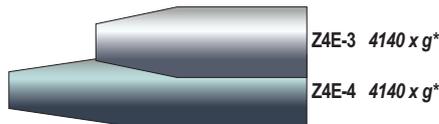


* Aceleración en fuerzas centrífugas dependiendo de la temperatura y de la densidad del producto

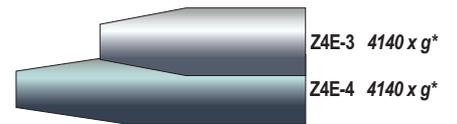
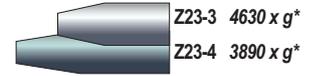
CENTRÍFUGAS DE TORNILLO SIN FÍN CON TAMBOR MACIZO. GAMA DE PRODUCTOS Y MODELOS

Decanters de la serie Z y Tricanter®

Decanter



Tricanter®



Flottweg Separation Technology – Engineered For Your Success



Flottweg SE
Industriestraße 6-8
84137 Vilsbiburg
Deutschland (Germany)

Tel.: +49 8741 301-0
Fax: +49 8741 301-300

mail@flottweg.com
www.flottweg.com

REPRESENTANTE

TANK FUEL

TANK FUEL 490

MINI FUEL

GE TANK

TANK FUEL 100%

TANQUES DE DOBLE PARED
RESERVATÓRIOS DUPLA PAREDE

OIL FUEL CONTAINER

AVIO TANK

Refrigerant Tanks

TANQUES SUMINISTRADORES
RESERVATÓRIOS FORNECEDORES

02

Tank Fuel

[ES] Contenedor-surtidor TANK FUEL para gasóleo.

[PT] Contentor-distribuidor TANK FUEL para gasóleo.



Homologado legalmente según el D.M. 31/7/34 Título I N. XVII, el D.M. 19/3/90 y D.M. 12/09/2003 aprobado por el Ministerio de Interior con documento n.º DCPST/A7/4984/AT/09189 del 26 de julio de 2007 y posteriores renovaciones y extensiones.

Approved with a norm of lei segundo o D.M. 31/7/34 Título I N. XVII, il D.M. 19/3/90 e D.M. 12/09/2003 aprovado pelo Ministério do Interior com o ato n.º DCPST/A7/4984/AT/09189 de 26 julho 2007 e posteriores renovamentos e extensões.



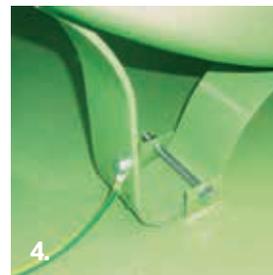
1.



2.



3.



4.



5.

1. Registro con accesorios.
Porta de visita com acessórios.

2. Línea de aspiración e interruptor de nivel mín.
Linha de aspiração e interruptor de mín. nível.

3. Alojamiento para la fijación del montante del techo.
Alojamento para fixação do montante do alpendre.

4. Puesta a tierra del tanque.
Ligação à terra do reservatório.

5. Indicador de nivel mecánico.
Indicador de nível mecânico.

Los tanques son del tipo de eje horizontal, cilíndricos, construidos con fondos abombados y chapa calandrada de acero al carbono S 235 JR UNI EN 10025, ensamblados mediante proceso de soldadura por arco bajo protección de gas y, después, tratados con una capa de antioxidante y una capa de esmalte de acabado de color verde; han sido sometidos a pruebas de estanquidad neumática.

Los Tank Fuel disponen además de un sistema de suministro que puede alojarse dentro de un armario metálico, o bien estar formado por un surtidor de carburante y equipado con varios accesorios y dispositivos en función de las exigencias del cliente.

Os reservatórios são do tipo horizontal, cilíndricos, construídos com fundos côncavos e chapa calandrada em aço de carbono S 235 JR UNI EN 10025, montados através de processo de soldadura de arco sob proteção de gás e em seguida tratados com uma camada de anti-ferrugem e uma camada de esmalte de acabamento de cor verde; são testados para a estanquidade através de um teste pneumático.

Os Tank Fuel são, além disso, equipados de um sistema de fornecimento que pode estar contido no interior de um armário metálico ou ser constituído por um distribuidor de combustível e equipado com vários acessórios e dispositivos em base às exigências e pedidos do cliente.



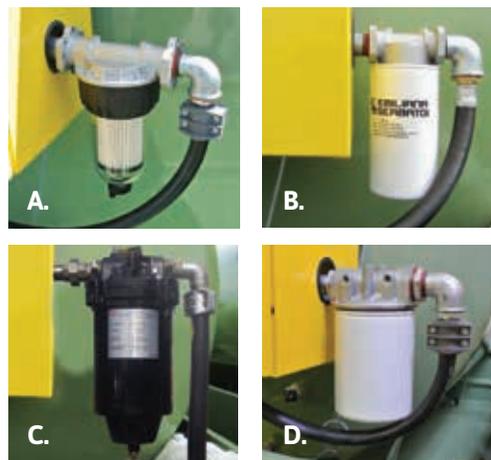
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS:

- Registro Ø 400 mm con tapa empernada y junta.
- Anilla con acoplamiento rápido de carga de 3", bloqueable con candado.
- Válvula limitadora de carga, homologada y calibrada al 90% de la capacidad geométrica del tanque.
- Respiradero con red cortallama.
- Indicador de nivel visible desde el exterior con tubo de protección interno para el flotador.
- Pies de apoyo anti-rotación.
- Descarga por el fondo para las limpiezas periódicas con tapón de seguridad.
- Tubo de aspiración externo.
- Conexión de puesta a tierra.

CARACTERÍSTICAS DE BASE:

- Porta de visita Ø 400 mm com cobertura aparafusada e guarnição.
- Braçadeira com conexão rápida de enchimento de 3", que pode ser trancada.
- Válvula limitadora de carga, aprovada e calibrada a 90% da capacidade geométrica do reservatório.
- Purga com rede supressora de chama.
- Indicador de nível visível externamente com tubo de proteção interno para a boia.
- Pés de apoio anti-basculamento.
- Descarga de fundo para eventuais limpezas periódicas completa com tampa de segurança.
- Tubo de aspiração externo.
- Conexão de ligação à terra.

Sistemas de filtración de gasóleo disponibles Sistemas de filtração de gasóleo disponíveis



A. Filtro Clear Captor para agua µ30 o impurezas µ5.
Filtro Clear Captor para água µ30 ou impurezas µ5.

B. Filtro de absorción de agua 60 l/min µ30.
Filtro de absorção de água 60 L/min µ30.

C. Filtro de absorción de agua e impurezas de elevada capacidad µ25.
Filtro de absorção de água e impurezas de alta capacidade µ25.

D. Filtro para impurezas µ10.
Filtro para impurezas µ10.

CUBA DE CONTENCIÓN:

Todos los tanques se suministran con cuba de contención de chapa de acero al carbono S 235 JR UNI EN 10025 con bastidor de fondo autoportante y ya preparado para la fijación, mediante pernos, en los pies del tanque; esta cuba de contención puede colocarse en cualquier terreno (incluso para un montaje permanente). Las cubas de contención han sido diseñadas y realizadas con capacidades equivalentes al 50% del volumen nominal del tanque tal como prescriben las directivas de seguridad del D.M. 19-03-1990. Disponen de placas de elevación, conexión de puesta a tierra, manguito con tapón de descarga y 4 alojamientos idóneos para el montaje y la fijación de los montantes del techo. Están tratadas completamente con una capa anticorrosiva y con una capa de esmalte de acabado.

BACIA DE CONTENÇÃO:

Todos os reservatórios são fornecidos completos com bacia de contenção realizada em chapa de aço de carbono S 235 JR UNI EN 10025 com estrutura de base autoportante e já preparada para a fixação, através de parafusos, aos pés do próprio reservatório; este tanque de contenção adapta-se ao posicionamento em qualquer terreno (mesmo para localização permanente). As bacias de contenção são projetadas e realizadas com capacidade igual a 50% do volume nominal do reservatório como prescrito pelas normas de segurança do D.M. 19-03-1990. São completas com placas de elevação, conexão de ligação à terra, manga com tampa de descarga e 4 alojamentos idóneos à montagem e fixação dos montantes do alpendre. São integralmente tratados com uma camada de anti-ferrugem e uma camada de esmalta como acabamento.

TECHO DE PROTECCIÓN.

Techo de protección contra los agentes atmosféricos, realizado con un bastidor resistente de acero al carbono galvanizado y cubierta de chapa ondulada galvanizada autoportante. Los techos de los Tank Fuel han sido diseñadas y realizadas para ser montados y fijados mediante pernos en los alojamientos practicados en las cubas de contención.

ALPENDRE DE PROTEÇÃO

Alpendre de proteção dos agentes atmosféricos, realizado com uma robusta estrutura em aço de carbono galvanizado e cobertura em chapa ondulada galvanizada autoportante. Os alpendres dos Tank Fuel são protegidos e realizados para serem montados e fixados através de parafusos aos alojamentos nas bacias de contenção.

MODELOS Y CAPACIDADES DISPONIBLES: MODELOS E CAPACIDADES DISPONÍVEIS:	mod. de tanque mod. reservatório	Capacidad nominal Capacidade nominal
TF1L		1.000 l
TF1		1.300 l
TF2		2.400 l
TF3		3.000 l
TF5D		4.981 l
TF5		5.000 l
TF6		6.000 l
TF7		7.000 l
TF9		9.000 l

CÓDIGOS DE PRODUCTO: CÓDIGOS DE PRODUTO	mod. de tanque mod. reservatório	código
TF1L		ROOF1L
TF1		ROOF1
TF2		ROOF2
TF3		ROOF3
TF5D		ROOF5D
TF5		ROOF5
TF6		ROOF6
TF7		ROOF7
TF9		ROOF9



MOD. TF/50



MOD. TF/70



MOD. TF/90



MOD. TF/BATT



MOD. TF/M

ARMARIO DE SUMINISTRO

- **Armario metálico** pintado con polvos y provisto de cierre con llave.
- **Cuadro eléctrico** alojado en una caja específica con grado de protección IP 55 equipado con interruptor, pulsador de emergencia y gestión del "bloqueo de bomba mínimo nivel".
- **Electrobomba** de autocebado de paletas, capacidad 50-70-90 l/min, by-pass y filtro de línea incorporados, motor eléctrico de 230 V monofásico o 400 V trifásico c.a. (disponible también en la versión con bomba manual o con bomba con batería).
- **Contador de litros** de uso no comercial con parcial reinicializable y totalizador progresivo (exonerado de la comprobación métrica sobre la base de la Circ. Min. n.º 67 del 25.7.96).
- **4 m de tubo** de goma equipado con pistola automática de suministro.

ARMÁRIO DE FORNECIMENTO

- **Armário metálico** pintado com pós e com fechadura à chave.
- **Quadro elétrico** contido em uma caixa com grau de proteção IP 55 completo com interruptor, botão de emergência e gestão do "bloqueio de bomba ao mínimo nível".
- **Eletrobomba** auto-aspirante de palhetas, vazão 50-70-90 L/min, by-pass e filtro de linha incorporados, motor elétrico de 230 V monofásico ou 400 V trifásico c.a. (disponível também na versão com bomba manual ou então com bomba de bateria).
- **Contador de litros** de uso não comercial com parcial zerável e totalizador progressivo (exonerado da verificação métrica em base à Circ. Min. n. 67 de 25.7.96).
- **4 m de tubo** em borracha completo com pistola automática de fornecimento.



TANK FUEL CON LINEA DE SURTIDORES ES-PUMP

- **TF/GLM-M:** surtidor de uso privado con cabeza mecánica; capacidad de 70 l/min (GLM -70) o 90 l/min (GLM-100).
- **TF/GLM-C:** surtidor de uso privado equipado con cabeza electrónica tipo MC, para empleo exclusivo de usuarios habilitados (máx. 80 códigos de usuario). Capacidad de memorización local de 250 suministros, lo que permite el control y la comprobación de las cantidades suministradas. Capacidad de 70 l/min (GLM -70) o 90 l/min (GLM-100).
- **TF/GLM-E:** surtidor de uso privado equipado con cabeza electrónica tipo FM, para un empleo exclusivo por parte de usuarios habilitados y en posesión de la oportuna llave magnética (máx. 120 usuarios). Capacidad de memorización local de 250 suministros, lo que permite el control y la comprobación de las cantidades suministradas. Capacidad de 70 l/min (GLM -70) o 90 l/min (GLM-100).



TANK FUEL COM LINHA DE DISTRIBUIDORES ES-PUMP

- **TF/GLM-M:** distribuidor de uso provado com cabeça mecânica; vazão 70 L/min (GLM -70) ou 90 L/min (GLM-100).
- **TF/GLM-C:** distribuidor de uso privado com cabeça eletrônica tipo MC, utilizável apenas por utentes habilitados (máx 80 códigos utente). Capacidade de memorização local de 250 fornecimentos, permitindo portanto o controlo e a verificação das quantidades fornecidas. Vazão 70 L/min (GLM -70) ou 90 L/min (GLM-100).



- **TF/GLM-E:** distribuidor de uso privado com cabeça eletrônica tipo FM, utilizável apenas por utentes habilitados por uma específica chave magnética (máx 120 utentes). Capacidade de memorização local de 250 fornecimentos, permitindo portanto o controlo e a verificação das quantidades fornecidas. Vazão 70 L/min (GLM -70) ou 90 L/min (GLM-100).



Tank Fuel

SISTEMAS DE SUMINISTRO
DADOS TÉCNICOS



TANK FUEL EQUIPADOS CON SURTIDORES DE COMBUSTIBLE

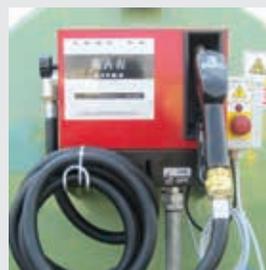
- **TF/Eco:** Surtidor homologado para el suministro de combustibles de cat. C, capacidad 70 l/min.
- **CVTV:** Sistema integrado de control y reabastecimiento - Surtidor para gasóleo homologado por el Ministerio del Interior (Aprobación para combustibles de tipo "C" n.º DCPST/A7/10000/AT/09189 de 19/09/2008) combinado con el sistema de gestión Emiltouch.
- **TF/Fimac:** Surtidor industrial para gasóleo, homologado y aprobado a nivel métrico con certificado CE, capacidad de 50 a 120 l/min.
- **TF/Quantium:** Distribuidor industrial homologado y aprobado a nivel métrico con certificado CE, capacidades disponibles 50, 80 y 130 l/min.
- **TF/Cube 50-70:** (capacidad 56-70 l/min) estructura autoportante de chapa pintada, con electrobomba de autocebado de paletas, capacidad de 56 l/min y 70 l/min, by-pass incorporado, filtro de línea, motor de 230 V, contador de litros de uso privado, pistola de parada automática, 4 m de tubo de goma de 3/4".
- **CUBE 70 MC:** Consiste en un surtidor de tipo CUBE equipado con un panel multi-usuario, un software específico y accesorios para la conexión al PC. Capacidad de 70 l/min. Capacidad de memorización local de 250 suministros, lo que permite el control y la comprobación de las cantidades suministradas.

TANK FUEL EQUIPADOS COM DISTRIBUIDORES DE COMBUSTÍVEL

- **TF/Eco:** Distribuidor aprovado para fornecimento de combustíveis de cat. C, vazão 70 L/min.
- **CVTV:** Sistema integrado de controle e reabastecimento - Distribuidor para gasóleo aprovado pelo Ministério do Interior (Aprovação para combustíveis de tipo "C" n.º DCPST/A7/10000/AT/09189 de 19/09/2008) acoplado ao sistema de gestão Emiltouch.
- **TF/Fimac:** Distribuidor industrial para gasóleo, aprovado a nível métrico com certificado CE, vazão de 50 a 120 L/min.
- **TF/Quantium:** Distribuidor industrial aprovado a nível métrico com certificado CE, vazões disponíveis 50, 80 e 130 L/min.
- **TF/Cube 50-70:** (vazão 56-70 L/min) estrutura autoportante em chapa pintada, com eletrobomba auto-aspirante de paletas, vazão 56 L/min e 70 L/min, by-pass incorporado, filtro de linha, motor 230 V, contador de litros de uso provado, pistola de paragem automática, 4 m de tubo de borracha de 3/4".
- **CUBE 70 MC:** Consiste em um distribuidor tipo CUBE completo com um painel multi-utente, um software dedicado e acessórios para a ligação ao PC. Vazão 70 L/min. Capacidade de memorização local de 250 fornecimentos, permitindo

portanto o controlo e a verificação das quantidades fornecidas.

Accesorios / Acessórios



Los Tank Fuel pueden equiparse con una serie de accesorios como:

- EMILTOUCH - sistema de gestión y control de los reabastecimientos.
- Medidores de nivel de tipo electrónico como OCIO y ES-LEVEL.
- Enrollador de tubo tanto de enrollado manual como con retorno de muelle.
- Amplia gama de filtros para absorción de agua o para eliminar contaminantes sólidos.

Os Tank Fuel podem ser equipados com uma série de acessórios, tais como:

- EMILTOUCH - sistema de gestão e monitorização dos reabastecimentos.
- Medidores de nível de tipo eletrónico como OCIO e ES-LEVEL.
- Enrolador de tubo tanto de enrolamento de manual como de retorno com mola.
- Vasta gama de filtros para a absorção da água ou para remover contaminantes sólidos.

Securbox

Homologados por el Ministerio del Interior según el D.M. 19.03.1990

Aprovados pelo Ministério do Interior segundo o D.M. 19.03.1990



SECURBOX

BOX de chapa galvanizada para usar como "cubierta total para TANK FUEL". Homologados por el Ministerio del Interior según el D.M. 19.03.1990, disponen de tubos y para la fijación dentro de la cuba.

CARACTERÍSTICAS:

- Construido con chapa galvanizada y ondulada autoportante.
- Tubos para la fijación en la cuba del Tank Fuel, sustituye el techo (foto 1).
- 1 Rejilla para la ventilación (2 rejillas de ventilación disponibles solo para los modelos Fuel 7 y Tank Fuel 9) (foto 2).
- 4 Câncamos para la elevación sin carga.
- Puerta frontal a la altura del grupo de suministro, equipada con cierre mediante llave (foto 3).
- Cubierta total del Tank Fuel.
- Respiradero externo (foto 4).

SECURBOX

BOX em chapa galvanizada para uso de "cobertura total para TANK FUEL". Aprovados pelo Ministério do Interior segundo o D.M. 19.03.1990, têm tubulares para a fixação no interior da bacia.

CARACTERÍSTICAS:

- Construído em chapa galvanizada e ondulada autoportante.
- Tubulares para a fixação na bacia do Tank Fuel, substitui o alpendre (foto 1).
- 1 Grelha para arejamento (2 grelhas de arejamento disponíveis apenas para os modelos Tank Fuel 7 e Tank Fuel 9) (foto 2).
- 4 Olhais para a elevação em vazio.
- Porta frontal em correspondência do grupo fornecedor, com fechadura à chave (foto 3).
- Cobertura total do Tank Fuel.
- Purga externa (foto 4).

mod. de tanque mod. reservatório	código
TF1L	SECURBOX1L
TF1	SECURBOX1
TF2	SECURBOX2
TF3	SECURBOX3
TF5D	SECURBOX5D
TF5	SECURBOX5
TF6	SECURBOX6
TF7	SECURBOX7
TF9	SECURBOX9



Tank Fuel

DATOS TÉCNICOS
DADOS TÉCNICOS



TABLA DE DIMENSIONES
DIMENSIONAL TABLE

modelo	Capacidades Capacidade	TANQUE / RESERVATÓRIO		CUBA / BACIA			TECHO / ALPENDRE		
		Diámetro Diâmetro	Longitud Comprimento	Longitud Comprimento	Ancho Largura	Altura	Longitud Comprimento	Ancho. Largura	Altura
	L	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Tank Fuel 1L	1.000	1.100	1.520	1.900	1.050	260	2.230	2.000	1.800
Tank Fuel 1	1.300	1.100	1.480	1.800	1.250	300	2.240	2.000	1.800
Tank Fuel 2	2.400	1.270	2.040	2.350	1.400	380	2.790	2.000	1.900
Tank Fuel 3	3.000	1.430	2.000	2.450	1.500	410	2.790	2.000	2.000
Tank Fuel 5D	4.981	1.600	2.530	3.210	1.750	475	3.520	2.500	2.300
Tank Fuel 5	5.000	1.600	2.710	3.210	1.750	475	3.520	2.500	2.300
Tank Fuel 6	6.000	1.600	3.030	3.500	1.750	500	3.900	2.500	2.300
Tank Fuel 7	7.000	1.700	3.300	3.800	1.900	500	4.050	2.500	2.500
Tank Fuel 9	9.000	1.900	3.300	3.910	2.100	555	4.250	2.500	2.700

TANK FUEL - Código del producto / TANK FUEL - Código do produto

TANQUES CON ARMARIO DE SUMINISTRO RESERVATÓRIOS COM ARMÁRIO DE FORNECIMENTO

T F	XX	/	XX	5025	1023	XX	XX
Capacidad del tanque Capacidade do reservatório			Color del tanque Cor do reservatório		Voltaje de la bomba Voltagem da bomba		Longitud del tubo Comprimento do tubo
1L = 1.000 l			5025 = verde ES		01 = 12 V		04 = 4 m
1 = 1.300 l					02 = 24 V		05 = 5 m
2 = 2.400 l		Modelo de bomba Modelo da bomba		Color del armario Cor do armário	03 = 230 V		06 = 6 m
3 = 3.000 l		50 = Devil 50		1023 = amarillo ES amarelo ES	04 = 400 V		
5D = 4.981 l		70 = Devil 70					
5 = 5.000 l		90 = Devil 120					
6 = 6.000 l		MAN = manual					
7 = 7.000 l		BATT = DPUMP					
9 = 9.000 l							



TANQUES CON SURTIDOR RESERVATÓRIOS COM DISTRIBUIDOR

T F	XX	/	XXXX	5025	XX	XX
Capacidad del tanque Capacidade do reservatório			Distribuidor	Color del tanque Cor do armário	Voltaje de la bomba Voltagem da bomba	Longitud del tubo Comprimento do tubo
1L = 1.000 l			GLM70M	5025 = verde ES	01 = 12 V	04 = 4 m
1 = 1.300 l			GLM100M		02 = 24 V	05 = 5 m
2 = 2.400 l			GLM70E		03 = 230 V	06 = 6 m
3 = 3.000 l			GLM100E		04 = 400 V	
5D = 4.981 l			GLM70C			
5 = 5.000 l			GLM100C			
6 = 6.000 l			CUBE50			
7 = 7.000 l			CUBE70			
9 = 9.000 l			CUBE70MC			
			ECO			
			CVTV			
			FIMAC			
			QUANTUM			



Tank Fuel 490

[ES] Solución ideal para los pequeños reabastecimientos de combustible.

[PT] Solução ideal para os pequenos reabastecimentos de combustível.

Solución ideal para los pequeños reabastecimientos de combustible; consiste en un tanque con suministrador y para gasóleo.

Solução ideal para os pequenos reabastecimentos de combustível; consiste em um reservatório com fornecedor para gasóleo.



Homologado legalmente según el D.M. 31/7/34 Título I N. XVII y el D.M. 19/03/1990 aprobado por el Ministerio de Interior con documento n.º DCPST/A7/4984/AT/09189 del 26 de julio de 2007 y posteriores renovaciones y extensiones.

Aprovado com a norma de lei segundo o D.M. 31/7/34 Título I N. XVII e il D.M. 19/3/90 aprovado pelo Ministério do Interior com o ato n. DCPST/A7/4984/AT/09189 de 26 julho 2007 e posteriores renovamentos e extensões.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- Capacidad: 490 litros.
- Diámetro: 900 mm.
- Altura: 1.140 mm.
- Registro Ø 400 mm con tapa empernada y junta.
- Anilla con acoplamiento rápido de carga de 3", bloqueable con candado.
- Válvula limitadora de carga calibrada al 90% de la capacidad geométrica del tanque.
- Respiradero de 1" 1/2 con red cortallama.
- Indicador de nivel visible desde el exterior con tubo de protección interno para el flotador.
- Pies de apoyo anti-rotación.
- Descarga por el fondo para las limpiezas periódicas con tapón de seguridad.
- Tubo de aspiración externo elevado para permitir una decantación idónea del gasóleo; la aspiración dispone de una válvula de no-retorno, de un filtro y de una válvula de bola.
- Punto de conexión para la puesta a tierra y equipotencial.
- Cuba de contención construida con chapa de acero al carbono. Realizada con capacidades equivalentes al 50% del volumen nominal del tanque tal como prescriben las directivas de seguridad del D.M. 19-03-1990. La cuba dispone de placas de elevación, conexión de puesta a tierra, manguito con tapón de descarga y 4 alojamientos idóneos para el montaje y la fijación de los montantes del techo.
- Techo de protección (opcional) realizado con un bastidor resistente de acero al carbono galvanizado y cubierta de chapa ondulada galvanizada autoportante.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- Capacidade: litros 490.
- Diâmetro: mm 900.
- Altura: mm 1.140.
- Porta de visita Ø 400 mm com cobertura aparafusada e guarnição.
- Braçadeira com conexão rápida de enchimento de 3", que pode ser trancada.
- Válvula limitadora de carga, calibrada a 90% da capacidade geométrica do reservatório.
- Purga de 1" 1/2 com rede supressora de chama.
- Indicador de nível visível externamente com tubo de proteção interno para a boia.
- Pés de apoio antibasculamento.
- Descarga de fundo para eventuais limpezas periódicas com tampa de segurança.
- Tubo de aspiração externo elevado para permitir uma transferência idónea do gasóleo; a aspiração tem válvula de não-retorno, filtro e válvula de esfera.
- Ponto de conexão para a ligação à terra e equipotencial.
- Bacia de contenção construída em chapa de aço de carbono. Realizada com capacidade igual a 50% do volume nominal do reservatório como prescrito pelas normas de segurança do D.M. 19-03-1990. A bacia é completa com placas de elevação, conexão de ligação à terra, manga com tampa de descarga, 4 alojamentos idóneos à montagem e fixação dos montantes do alpendre.
- Alpendre de proteção (opcional), realizado com uma robusta estrutura em aço de carbono galvanizado e cobertura em chapa ondulada galvanizada autoportante.

código del producto
código do produto

descripción
descrição

TF490/ MAN 5025 1023 03

Versión con bomba manual giratoria y 3 m de tubo de suministro
Versão com bomba manual rotativa e 3 m de tubo de fornecimento

TF490/CUBO50 5025 04

Versión con surtidor mod. CUBE50 y 4 m de tubo de suministro
Versão com distribuidor mod. CUBE50 e 4 m de tubo de fornecimento

ROOF490

Techo
Alpendre

Mini Fuel GE 490

[IT] Tanque pequeño para el almacenamiento y la alimentación de grupos electrógenos, instalaciones de calefacción y torres faro.

[PT] Pequeno reservatório de armazenamento e alimentação de grupos geradores, sistemas de aquecimento e torres farol.

El Mini Fuel GE es un tanque pequeño para el almacenamiento y la alimentación de grupos electrógenos, instalaciones de calefacción y torres faro. Diseñado y realizado para permitir la alimentación de instalaciones con total seguridad.

O Mini Fuel GE é um pequeno reservatório para armazenamento e alimentação de grupos geradores, sistemas de aquecimento e torres farol. Projetado e realizado para permitir a alimentação de sistemas em completa segurança.



CARACTERÍSTICAS GENERALES:

- Capacidad: 490 litros.
- Diámetro: 900 mm.
- Altura: 1.140 mm.
- Registro Ø 400 mm con tapa empernada y junta.
- Enganche de carga de 3" con anilla y acoplamiento rápido bloqueable con candado.
- 2 manguitos de 1" para aspiración y retorno.
- Tubo de purga de 1" 1/2 con terminal cortallama.
- Válvula limitadora de carga al 90% del volumen nominal, de tipo aprobado.
- Indicador de nivel mecánico, visible desde el exterior, con tubo de protección interno para el flotador.
- Disponen de cáncamos de elevación, conexión de puesta a tierra, manguito con tapón de descarga y 4 alojamientos idóneos para el montaje y la fijación de los montantes del techo.
- Pies de apoyo y fijación en la cuba.
- Preparación para la puesta a tierra.

CARACTERÍSTICAS GERAIS:

- Capacidade: litros 490.
- Diâmetro: mm 900.
- Altura: mm 1.140.
- Porta de visita Ø 400 mm com cobertura aparafusada e guarnição.
- Conexão de enchimento de 3" com braçadeira e conexão rápida que pode ser trancada.
- 2 mangas de 1" para aspiração e retorno.
- Tubo de purga de 1" 1/2 com terminal supressor de chama.
- Válvula limitadora de carga a 90% do volume nominal, de tipo aprovado.
- Indicador de nível mecânico, visível externamente com tubo de proteção interno para a boia.
- São completas com olhais de elevação, conexão de ligação à terra, manga de descarga com tampa e 4 alojamentos idóneos à montagem e fixação dos montantes do alpendre.
- Pés de apoio e fixação à bacia.
- Preparada para ligar à terra.



CUBA DE CONTENCIÓN:

Construida con acero al carbono. Realizada con capacidad equivalente como mínimo al 50% del volumen del tanque tal como prescriben las directivas del D.M. 19-03-1990.
Dimensiones de la cuba con capacidad 50%: 1.010 x 1.010 x H 250 mm.
Cuba con capacidad 100%: 1.010 x 1.010 x H 500 mm.

BACIA DE CONTENÇÃO:

Construída em aço de carbono. Realizada com capacidade igual a pelo menos 50% do volume do reservatório como prescrito pelas diretivas do D.M. 19-03-1990.
Dimensões da bacia com capacidade 50%: 1.010 x 1.010 x H 250 mm.
Bacia com capacidade 100%: 1.010 x 1.010 x H 500 mm.

código del producto
código do produto

GE 490

Mini Fuel 490 con cuba de contenção al 50%
Mini Fuel 490 com bacia de contenção a 50%

GE 490/B100

Mini Fuel 490 con cuba de contenção al 100%.
Mini Fuel 490 com bacia de contenção a 100%.

ROOF490

Techo
Alpendre

TECHO DE PROTECCIÓN (OPCIONAL)

Techo de protección (opcional) realizado con un bastidor resistente de acero al carbono galvanizado y cubierta de chapa ondulada galvanizada autoportante.

ALPENDRE DE PROTEÇÃO (OPCIONAL)

Alpendre de proteção (opcional), realizado com uma robusta estrutura em aço de carbono galvanizado e cobertura em chapa ondulada galvanizada autoportante.

Ge Tank

[ES] Tanque cilíndrico de eje horizontal para alimentación de grupos electrógenos.

[PT] Reservatório cilíndrico de eixo horizontal para alimentação dos grupos geradores.

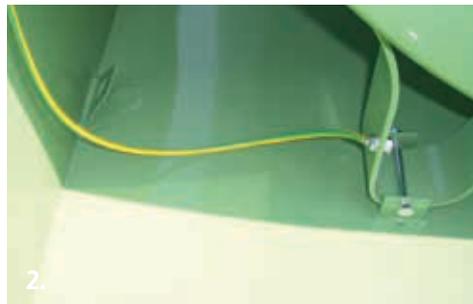


Tanque construido en conformidad con el DM del 28 de abril de 2005 y con el DM del 22 de octubre de 2007 del Ministerio del Interior. Diseñados y realizados para el almacenamiento y la alimentación de grupos electrógenos e instalaciones de calefacción.

Reservatório construído em conformidade com DM 28 abril 2005 e DM 22 outubro 2007 do Ministério do Interior. Projetados e realizados para armazenamento e alimentação de grupos geradores e sistemas de aquecimento.



1. Accesorios registro.
Acessórios porta de visita.



2. Puesta a tierra.
Ligação à terra.



3. Enganches de aspiración y descarga de fondo.
Conexões de aspiração e descarga de fundo.

Tanque de eje horizontal, cilíndrico, sobre pies de apoyo anti-rotación, construido con fondos abombados y chapa calandrada de acero al carbono S 235 JR UNI EN 10025, soldado mediante proceso de soldadura por arco bajo protección de gas y, después, tratados con una capa de antioxidante y una capa de esmalte de acabado; ha sido sometido a prueba de estanquidad neumática.

Capacidades disponibles: 1.000, 1.300, 2.400, 3.000, 5.000, 7.000 y 9.000 l (bajo pedido también 10.000, 12.000, 15.000, 20.000 l).

Reservatório de eixo horizontal, cilíndrico, em pés de apoio anti-basculamento, construido com fundos côncavos e chapa calandrada em aço de carbono S 235 JR UNI EN 10025, soldado através de processo de soldadura de arco sob proteção de gás e em seguida tratado com uma camada de anti-ferrugem e uma camada de esmalte de acabamento; é testado para a estanquidade através de um teste pneumático.

Capacidades disponíveis: 1.000, 1.300, 2.400, 3.000, 5.000, 7.000 e 9.000 L (a pedido também 10.000, 12.000, 15.000, 20.000 L).



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Registro Ø 400 mm con tapa empernada y junta.
- Anilla con acoplamiento rápido de carga de 3", bloqueable con candado.
- Respiradero con red cortallama.
- Indicador de nivel mecánico, visible desde el exterior, con tubo de protección interno para el flotador.
- 2 manguitos de 1" para aspiración y retorno (para la conexión a grupos electrógenos).
- Descarga por el fondo de 1" para las limpiezas periódicas con tapón de seguridad.
- Manguito de 1" colocado a 10 cm de la descarga de fondo para aspiración desde abajo.
- Conexión de puesta a tierra y equipotencial.
- Cuba de contención: construida con chapa de acero al carbono S 235 JR UNI EN 10025 con bastidor de fondo autoportante ya preparado para la fijación, mediante pernos, en los pies del tanque; esta cuba de contención puede colocarse en cualquier terreno (incluso para un montaje permanente). Realizada con una capacidad equivalente al 50% o al 100% del volumen nominal del tanque. Dispone de placas de elevación, conexión de puesta a tierra, manguito con tapón de descarga y 4 alojamientos idóneos para el montaje y la fijación de los montantes del techo. Están tratadas completamente con una capa anticorrosiva y con una capa de esmalte de acabado.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS:

- Porta de visita Ø 400 mm com cobertura aparafusada e guarnição.
- Braçadeira com conexão rápida de enchimento de 3" que pode ser trancada.
- Purga com rede supressora de chama.
- Indicador de nível mecânico, visível externamente com tubo de proteção interno para a boia.
- 2 mangas de 1" para aspiração e retorno (para a conexão a grupos geradores).
- Descarga de fundo de 1" para eventuais limpezas periódicas com tampa de segurança.
- Manga de 1" posicionada a 10 cm da descarga de fundo para eventual aspiração de baixo.
- Conexão de ligação à terra e equipotencial.
- Bacia de contenção construída em chapa de aço de carbono S 235 JR UNI EN 10025 com estrutura de base autoportante e já preparada para a fixação, através de parafusos, aos pés do reservatório; adequada ao posicionamento em qualquer terreno (mesmo para localização permanente). Realizado com capacidade igual a 50% ou a 100% do volume nominal do reservatório. É completa com placas de elevação, conexão de ligação à terra, manga com tampa de descarga e 4 alojamentos idóneos à montagem e fixação dos montantes do alpendre. São integralmente tratados com uma camada de anti-ferrugem e uma camada de esmalta como acabamento.

Techo / Alpendre

Techo de protección contra los agentes atmosféricos, realizado con un bastidor resistente de acero al carbono galvanizado y cubierta de chapa ondulada galvanizada autoportante. Ha sido diseñado y realizado para ser montado y fijado mediante pernos en los alojamientos practicados en las cubas de contención de los GE Tank.

Alpendre de proteção dos agentes atmosféricos, realizado com uma robusta estrutura em aço de carbono galvanizado e cobertura em chapa ondulada galvanizada autoportante. Foi projetada e realizada para ser montada e fixada através de parafusos aos alojamentos nas bacias de contenção dos GE Tank.

MODELOS DISPONIBLES:
MODELOS DISPONÍVEIS:

mod. de tanque mod. reservatório	Código del techo Código alpendre
TF1L	ROOF1L
TF1	ROOF1GE100
TF2	ROOF2GE100
TF3	ROOF3GE100
TF5D	ROOF5D
TF5	ROOF5
TF6	ROOF6
TF7	ROOF7
TF9	ROOF9
TF10	ROOF10
TF12	ROOF12
TF15	ROOF15
TF20	ROOF20

DIMENSIONES Y CAPACIDADES:

Consulte la tabla de la pág. 39

DIMENSÕES E CAPACIDADES:

Consultar a tabela na pág. 39

Códigos del producto / Códigos do produto

G E T A N K **X X** / **(B 1 0 0)** **5 0 2 5**

Capacidad del tanque
Capacidade do reservatório

- 1L** = 1.000 l
- 1** = 1.300 l
- 2** = 2.400 l
- 3** = 3.000 l
- 5D** = 4.981 l
- 5** = 5.000 l
- 6** = 6.000 l
- 7** = 7.000 l
- 9** = 9.000 l
- 10** = 10.000 l
- 12** = 12.000 l
- 15** = 15.000 l
- 20** = 20.000 l

Solo con cuba de contención equivalente al 100% del volumen del tanque
Apenas com bacia de contenção equivalente a 100% do volume do reservatório

Color del tanque
Cor do reservatório

5025 = verde ES

**INGENIERÍA QUÍMICA
PROYECTO FINAL - INTEGRACIÓN V**



BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE SORGO DULCE

DOCENTES:
ING. SIRTORI, NORBERTO
ING. GARCÍA, FABIÁN
ING. SEQUEIRA, DANIEL

AUTORES:
BABICH, PABLO
VALLEJOS, ALEJANDRO