



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA**

FACULTAD DE QUÍMICA

**RECUPERACIÓN DE SULFATO DE SODIO DEL
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE METIONINA**

T E S I S

QU PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

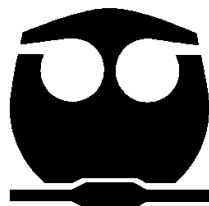
INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

P R E S E N T A:

ING. JESÚS HERNÁNDEZ LÓPEZ

TUTOR:

ING. ALFONSO DURAN PRECIADO



2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

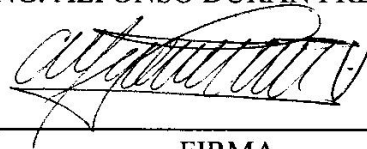
Presidente	M. en C. Leticia Lozano Ríos
Secretario	M. en C. Alejandro Anaya Durand
Vocal	M. en I. Ezequiel Millan Velasco
1 ^{er} . Suplente	Ing. Montiel Maldonado Celestino
2 ^{do} . Suplente	Ing. Alfonso Duran Preciado

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM

TUTOR DE TESIS:

ING. ALFONSO DURAN PRECIADO



FIRMA

Agradecimientos:

A Dios

Al Dr. Julio Landgrave Romero †

Al Ing. Alfonso Duran Preciado

A la SMA- GDF

Dedicatorias

Con todo mi amor y cariño para Citlali y Valentina

A mí querida y amada esposa Mónica

A mis padres Genaro y Josefina

A mis herman@s; Guadalupe, Lourdes, Arturo y Enrique

A mis sobrin@s: Nadia y Rodrigo

A mis abuel@s, tí@s y prim@s

A la familia Martínez Cienfuegos

Contenido

Introducción	1
Antecedentes	2
Hipótesis	2
Objetivo del proyecto	2
Objetivo de la tesis	2
Alcance	3
Ingeniería conceptual	4
Estudio de mercado	6
Ingeniería básica	13
Impacto ambiental	208
Evaluación financiera	232
Conclusiones	253
Bibliografía	258

1. INTRODUCCIÓN

La industria química emplea numerosos procesos que dan lugar a la generación de emisiones o efluentes que comprenden impurezas orgánicas mezclados con compuestos inorgánicos con potencial valorizable. Por razones evidentes, respecto al medio ambiente, estos efluentes no pueden ser expulsados sin tratamiento a cuerpos de agua o a la red de drenaje municipal. En algunos de estos procesos, estos efluentes son una mezcla de materiales contaminantes con especies químicas interesantes de recuperar. En la mayoría de estos casos, resulta ser económicamente viable ofrecer un tratamiento a dichos efluentes, de manera que las especies químicas recuperables estén suficientemente libres de impurezas para su aprovechamiento.

Entre los procesos utilizados para el tratamiento de efluentes que contienen impurezas orgánicas mezclados con compuestos inorgánicos, se encuentran desde los más sencillos que consisten en concentrar las soluciones hasta los que incluyen los tratamientos térmicos, como por ejemplo el caso de los que participan con equipos como el de los hornos verticales estáticos, donde son atomizados en una corriente de gases calientes que resultan de la combustión de una mezcla de combustible-aire. El problema de este tipo de procedimiento es que los contactos de gas-líquido se hacen de manera totalmente aleatoria teniendo en cuenta las trayectorias respectivas de los gases y del líquido. Esto tiene por consecuencia esencial que solamente se permite una combustión o un tratamiento térmico con una baja eficiencia. En lo que concierne a la combustión, los productos de combustión están generalmente comprendidos entre 50 y 60%, lo que puede ser insuficiente con respecto a lo establecido a la normatividad ambiental vigente.

Los procesos conocidos pueden también plantear otros problemas principalmente en el caso de las descargas que comprenden sales como compuestos inorgánicos, por ejemplo, el Sulfato de Sodio. En este caso, cuando se alcanza la temperatura de fusión de estas sales, éstas pueden ser depositadas sobre el equipo, implicando riesgos de atascamiento y de obstrucción de la instalación, riesgos que se agravan por el carácter corrosivo de ciertas sales precisamente como el Sulfato de Sodio.

Existe, pues, una necesidad real de un proceso, por lo que en este trabajo, se desarrolló una propuesta para cubrir con dicha necesidad, lo cual abre campo a la ingeniería conceptual, para posteriormente desarrollar una ingeniería básica. A partir de esta información, es necesario elaborar una ingeniería básica que pueda definirse como el conjunto de documentos que requiere un proyecto industrial, el cual a su vez es la combinación de recursos necesarios reunidos en una organización temporal para la transformación de una idea en una realidad industrial.

Partiendo que la idea o necesidad surge de una propiedad, la cual a su vez, tiene la tarea de dar paso a los estudios previos que deban realizarse para aceptar y resolver la necesidad y de esta forma dar resultados, como la viabilidad de la inversión, la ingeniería básica y una vez aprobada iniciar la ingeniería de detalle.

En la mayoría de estos casos, entre la aprobación de la inversión y la ingeniería básica, existe una serie de trabajos adicionales necesarios para confirmar aquellas hipótesis de mayor riesgo para conseguir una mejor definición del proyecto en su alcance, costo, calidad y plazo de ejecución.

2. ANTECEDENTES

En 1991 el Complejo Industrial Metionina (propietario anterior; ALBAMEX, S.A. de C.V.) fue comprado por Ecología y Recursos Asociados S.A. de C.V., al Gobierno federal, quién inició un programa de obras de rehabilitación de las Plantas existentes; Metionina, Metil Mercaptano, Ácido Sulfhídrico y almacenes de Metanol, sosa cáustica, Ácido Sulfúrico y Amoniaco. El Complejo Metionina fue operado por ALBAMEX durante un período de 10 años. Este cerró su operación comercial en 1985, a causa de la falta de suministro de materias primas especiales, tales como Ácido Cianhídrico y Acroleína. Con el objeto de evitar que esto sucediera de nuevo y cumplir con las nuevas legislaciones ecológicas, el proyecto fue ampliado para cubrir tres objetivos específicos:

- a. Rehabilitación de las instalaciones para el proceso existente de DL-Metionina.
- b. Construcción adicional a las instalaciones actuales, dentro de los límites de Complejo industrial existente, para la producción necesaria de Acroleína, Ácido Cianhídrico y Ácido Sulfúrico. Estas modificaciones asegurarán el abastecimiento real de las materias primas, y reduciendo, como consecuencia lógica, las capacidades de almacenamiento y el transporte de estas sustancias peligrosas, reforzando la seguridad asociada a estas operaciones petroquímicas. Para la elaboración de estos productos básicos, como gas natural, sulfuros, propileno, amoniaco, metanol y agua.
- c. Modernización del sistema de tratamiento y recuperación de productos de desecho. De aquí sobresale una pequeña planta para la recuperación de sulfato de sodios (8000 T/A) considerado como desecho. Otro subproducto útil, que será recuperado de la planta de HCN es el sulfato de amonio (2000 T/A), el cual será recuperado también en una pequeña planta de purificación y cristalización, la cual será construida como parte del complejo.

3. HIPÓTESIS

La recuperación de Sulfato de Sodio y su comercialización en otras áreas industriales es viable y, a su vez, resuelve un problema de contaminación del medio ambiente.

4. OBJETIVO DEL PROYECTO

La planta de Sulfato de Sodio tiene como objetivo evitar la contaminación del medio ambiente por el agua residual que se tiene del filtrado en la segunda cristalización del proceso de obtención de Metionina.

5. OBJETIVO DE LA TESIS

Desarrollar la ingeniería conceptual y básica para la recuperación de Sulfato de Sodio en el proceso de producción de Metionina.

3. ALCANCE

a) Ingeniería conceptual y estudio de mercado

- I. Identificar la necesidad
- II. Definir materias primas productos y especificaciones
- III. Establecer etapas de separación
- IV. Cuantificar recirculaciones
- V. Aprovechamiento de subproductos
- VI. Fuentes de Información
- VII. Documentar la información para llevar a cabo la ingeniería básica, para lograr la optimización de costos de inversión y costos de operación.

b) Ingeniería Básica

El desarrollo de la Ingeniería básica para la planta de recuperación de Sulfato de sodio se realizó tomando como base la tecnología patentada por la empresa Rohne Poluenc Industries. El paquete de Ingeniería básica, en el cual se basa esta propuesta, consta de los siguientes apartados:

- I. Bases de diseño
- II. Diagramas de flujo de proceso
- III. Balances de materia y energía
- IV. Descripción funcional del proceso
- V. Lista de equipo
- VI. Arreglo de equipo
- VII. Criterios generales de diseño
- VIII. Hojas de datos
- IX. Diagrama de servicios auxiliares
- X. Diagrama de tubería e instrumentación
- XI. Diagrama de localización general (*Lay out*)
- XII. Memorias de cálculo
- XIII. Especificaciones Técnicas

c) Evaluación económica

- I. Estimaciones de costos del proyecto
- II. Determinación de indicadores de rentabilidad económica VPN, TIR

d) Impacto ambiental

- I. Estudio del impacto Ambiental, así como los requisitos para realizar los trámites correspondientes ante la autoridad competente.
- II. Finalizando en el aspecto ambiental, en relación con las descargas y emisiones a la atmosfera, la planta está diseñada de acuerdo a la legislación y normatividad vigente.

e) Aseguramiento de calidad en el proyecto

Para garantizar la calidad de los trabajos realizados del proyecto, se elaboraron todos los documentos de éste proyecto de acuerdo a los procedimientos y estándares de buenas prácticas de Ingeniería. Asimismo, durante la ejecución del proyecto, se propone que se lleven a cabo las auditorías de calidad correspondientes con la finalidad de asegurar al cliente que se están aplicando correctamente los procedimientos antes citados.

4. INGENIERÍA CONCEPTUAL

a) Identificar necesidad

La principal necesidad que se presenta para el desarrollo del proyecto es proponer un proceso que evite la contaminación que provoca la descarga de la segunda cristalización en la producción de Metionina.

b) Definir materias primas productos y especificaciones

La definición de materias primas, en este caso, se presenta por la corriente que abastecerá la obtención de Sulfato de Sodio a partir de la descarga arriba mencionada. Como producto final de esta planta industrial se tiene al Sulfato de Sodio grado farmacéutico.

c) Establecer etapas de separación

Las etapas de separación que se requieren para llevar a cabo la obtención de sulfato de sodio son las siguientes:

I. *Evaporación*: es la etapa de eliminación de agua para obtener una solución concentrada para su posterior cristalización.

II. *Cristalización*: en esta etapa se llevará a cabo la concentración de la solución hasta la obtención de cristales, por medio de lo que se denomina "cristalización de recirculación forzada", operación por la cual el tipo de sal que presenta la solución.

III. *Incineración*: para la separación de Sulfato de Sodio con del el compuesto orgánico se llevará cabo la incineración, operación unitaria que lleva a cabo la transformación de materia orgánica en su descomposición por medio del calor, a lo que se conoce como combustión, obteniendo así dióxido de carbono y agua. Asimismo en esta etapa se consideran los equipos necesario para llevar a cabo el lavado de gases y evitar su eliminación a la atmosfera.

IV. *Almacenamiento*: esta etapa del proceso consiste en depositar el Sulfato de Sodio en un silo de almacenamiento, para su posterior envasado que será por medio de costales de 25 kg, para su venta.

d) Cuantificar recirculaciones.

La cuantificación de recirculación se presenta únicamente en la etapa de cristalización, donde hay que llevar a cabo recirculación para concentrar la solución y se presente el fenómeno de crecimiento de cristales.

e) Aprovechamiento de subproductos.

El aprovechamiento de subproductos en la planta de Sulfato de Sodio no se presenta, ya que, en realidad el objetivo de esta planta es la obtención de Sulfato de sodio el cual es un subproducto en la producción de Metionina.

f) Fuentes de Información.

Las fuentes de información para el desarrollo de este proyecto son diversas. Se tuvo que consultar desde enciclopedias, revistas, libros, bases de datos con las que cuentan diferentes universidades e institutos y organismos federales como descentralizados (ANIQ, BANCOMEXT, INFOTECT) hasta llegar al uso de información de vanguardia como navegar por Internet, donde se encontraron y se analizaron las patentes de diferentes países, así como revistas electrónicas, que, apoyados por el servidor UNAM, fueron encontradas y analizadas.

g) Selección de la tecnología

La selección del proceso más adecuado a nuestras necesidades es de las primeras actividades en la ejecución de proyectos industriales. Es posible que ya exista un proceso para elaborar el producto deseado en algún lugar del mundo. Estos procesos son desarrollados por grandes empresas como es el caso de *Rohne Pulenc Rohrer*,

multinacionales generalmente, en sus departamentos de investigación y desarrollo de nuevos procesos. Generalmente son utilizados para su uso por dichas compañías y en licencias para otras.

Las empresas que investigan y desarrollan procesos industriales publican sus resultados, aunque de manera muy superficial en revistas, libros, folletos etc.

En estos medios de información se podrán encontrar algunos procesos que satisfagan nuestras necesidades, y de las cuales será necesario pedir información más detallada a sus dueños para evaluar y seleccionar el proceso más adecuado.

La selección del proceso más adecuado para producir un producto determinado es de gran importancia, y puede marcar la diferencia entre el éxito o fracaso técnico y económico de la empresa.

La selección de la tecnología se hizo con base en la comparación de la serie de propuestas y alternativas. La que más se apege o la más adecuada a las necesidades del proyecto, tanto en los aspectos técnicos como en los económicos, será la más recomendable.

No es tan fácil efectuar dicha selección, en muchas ocasiones se han cometido errores por la gran diversidad de factores que en ella intervienen, entre ellos: la habilidad de persuasión de los experimentados vendedores de la tecnología, quienes por venderla y hacerla atractiva, hábilmente ocultan rendimientos, costos, etc. Mientras que los clientes (a veces inexpertos) omiten algunos criterios de selección tanto técnicos como económicos y hasta contractuales de gran importancia.

Es por lo anterior que se ha hecho necesaria la creación de procedimientos que consideren todos los criterios de selección relevantes y que pueda ser una guía para el cliente durante la selección y adquisición de la tecnología.

h) Documentar la información para llevar a cabo la ingeniería básica, y lograr la estimación de costos de inversión y costos de operación.

5. ESTUDIO DE MERCADO

5.1 Producto

a) Generalidades del producto

- Sólido blanco obtenido a partir del ácido sulfúrico y el cloruro de sodio.
- Insumo para la industria química en la manufactura del papel kraft, diluyente en detergentes sintéticos y otras aplicaciones como en la industria textil.
- El Sulfato de Sodio se encuentra distribuido en la naturaleza formando parte de casi todas las aguas y en la mayoría de los minerales.
- Su origen en ciertos yacimientos y lagos salados.
- En túneles cuevas y lavas, se observan frecuentemente capas blancas, polvos y florescencias, que se componen principalmente de Sulfatos de sodio y calcio. El agua de lluvia disuelve estas capas, siempre que se pone en contacto con ellas.
- En las regiones áridas, así como en las grandes cuencas cerradas, en las cuales hay pocas lluvias que carecen de salida al océano, se acumulan las sales solubles y eventualmente pueden formar un depósito salino que durante una parte del año está bastante seco debido a la evaporación de las aguas del lago.
- Las condiciones que acompañan esta deposición incluyen generalmente la presencia de arena acarreada por el viento la cual puede cubrir al sulfato precipitado. A consecuencia de estar más o menos cubierta y debido a la gran densidad de la solución saturada, la sal tarda en disolverse más de lo que tardó en precipitarse y hasta puede suceder que en toda una temporada no vuelva a disolverse. De este modo se llega a formar una acumulación. O bien, muda de lugar el agua y se seca el lago, dejando las sales depositadas en forma de capa endurecida o arena con incrustaciones de sal.

En nuestro país, el Sulfato de sodio se encuentra bajo las siguientes formas:

- Sulfato de sodio decahidratado: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, o sal de Glauber, o como mineralógicamente se le llama "Mirabilita".
- Sulfato de sodio anhidro: Na_2SO_4 , conocido también como "Thenardita".

Además se le encuentra como componentes de muchos minerales complejos, tales como:

Glauberita:	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Ca SO}_4$
Vanthoffita:	$3\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Mg SO}_4$
Bloedita:	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Mg SO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
Afthitalita:	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{K}_2 \text{SO}_4$

Hay algunos otros minerales que contienen Sulfato de Sodio, pero no en cantidad suficiente como los anteriores, por lo que carecen de valor, como son:

Ferronatrita:	$3\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Loewita:	$2\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{Mg SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Mendozita:	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$
Natrocacita:	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Natroparosita:	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{Fe}_2(\text{OH})_4 (\text{SO}_4)$
Sideronatrita:	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{OH})_4 (\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Sulfohalita:	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NaCl} \cdot \text{NaF}$
Tamarrugita:	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

El Sulfato de Sodio Anhidro

Composición:

Oxido de sodio	Na ₂ O	56.3
Trióxido de azufre	SO ₃	43.7

Características:

Cristales ortorrómbicos.

Dureza: 2.5

Peso específico: 2.698

Color : blanco a gris; de transparente a translúcido

Muy soluble en agua y sabor ligeramente salino.

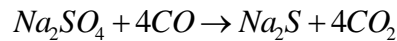
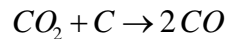
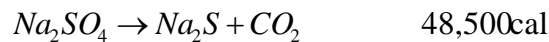
Punto de fusión: 884 °C.

La sal fundida tiene un calor específico de 0.2311 Cal.

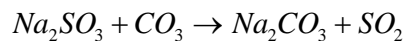
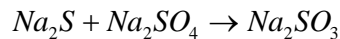
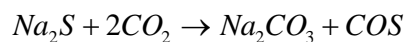
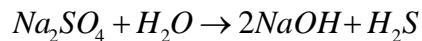
Por elevación de la temperatura el sistema ortorrómbico se transforma en hexagonal; siendo dicha temperatura de variación aproximadamente de 235°C.

b) Propiedades químicas

I. El carbón reduce al Sulfato de sodio a sulfuro, según las reacciones siguientes:

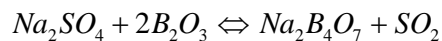


Los gases pueden llevar: H₂S; SO₂; COS y residuos sólidos en suspensión. Estos diferentes se forman por reacciones secundarias:



La temperatura a la que empieza la reacción varía según la clase de carbón: 750°C para carbón de azúcar y 880°C para grafito.

II. Con el anhídrido bórico se forma Tetraborato de sodio a partir de los 500°C



El hidrógeno seco reacciona entre 530°C y 540°C, desprendiendo H₂SO₄

Bajo la acción de calor el Sulfato de sodio sufre una descomposición que empieza aproximadamente a 1200°C en corriente de aire seco, facilitándose esta descomposición ante la presencia de la sílice o albúmina.

III. Sulfato de sodio decahidratado

Composición:

Sulfato de sodio	Na ₂ SO ₄	44.1
------------------	---------------------------------	------

Agua H₂O 55.9

Características

Cristales monoclinicos.
 Dureza: de 1.5 a 2.0
 Peso específico: 1.48
 Color: de incoloro a blanco opaco.
 Sabor: ligeramente amargo.
 Muy soluble en agua.

La solubilidad del Sulfato de sodio es de suma importancia para extraerlo y separarlo por cristalización fraccionada de las mezclas en que se halla como componente.

IV. Tabla de solubilidad:

Temperatura °C	Fase sólida	Gramos de Sulfato de sodio anhidro por 100 g de H ₂ O
-1.2	Hielo y Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	4.0
-3.55	Hielo y Na ₂ SO ₄ ·7H ₂ O	14.5
0	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	5.0
10.0	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	9.0
15.0	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	13.2
20.0	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	19.4
25.0	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	28.0
30.0	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	40.0
0	Na ₂ SO ₄ ·7H ₂ O	19.6
10	Na ₂ SO ₄ ·7H ₂ O	30.5
20.0	Na ₂ SO ₄ ·7H ₂ O	44.7
26.0	Na ₂ SO ₄ ·7H ₂ O	55.0
18.0	Na ₂ SO ₄	53.0
20.0	Na ₂ SO ₄	52.8
24.0	Na ₂ SO ₄ ·7H ₂ O y Na ₂ SO ₄	51.8
25.0	Na ₂ SO ₄ ·7H ₂ O y Na ₂ SO ₄	51.5
30.0	Na ₂ SO ₄ ·7H ₂ O y Na ₂ SO ₄	50.4
32.383	Na ₂ SO ₄ ·7H ₂ O y Na ₂ SO ₄	49.7
35.0	Na ₂ SO ₄	49.4
40.0	Na ₂ SO ₄	48.2
50.0	Na ₂ SO ₄	46.8
60.0	Na ₂ SO ₄	45.5
70.0	Na ₂ SO ₄	44.5
80.0	Na ₂ SO ₄	43.7
90.0	Na ₂ SO ₄	42.7
100.0	Na ₂ SO ₄	42.9

V. Variación de la densidad con la temperatura soluciones saturadas de Sulfato de sodio.

Temperatura °C	Densidad
1	1.044
10	1.0768
15	1.1083

Temperatura °C	Densidad
20	1.1524
25	1.2060
30	1.2846
32	1.3224
32.4	1.3300
40	1.3200
45	1.3128
50	1.3048
60	1.2906
75	1.2705
90	1.2549
100	1.2460

VI. Especificación típica de Sulfato de sodio grado detergente *

Componentes	Concentración
Na ₂ SO ₄	99.4
Ca	0.02
Cl	0.52
K	0.01
Humedad	0.01
Insolubles en agua	0.03
pH, solución al 5%	9.0 típico

c) Propiedades físicas

Concepto	Densidad aparente kg/m ³
A granel	120
Empacado	144
Color	Blanco
Angulo de reposo	34°

I. Tamaño de partículas

Tamaño Mesh (m aprox.)	Retención en malla %
28 (640)	2
80 (177)	61
200 (74)	93
270 (53)	97

d) Usos:

I. El principal uso es en la manufactura de papel, jabones, detergentes y vidrio.

Giro	Porcentaje
Industria de papel **	65%

Industria de detergentes y jabón	20%
Vidrio	10%

Enciclopedia Kirk-Ortmet

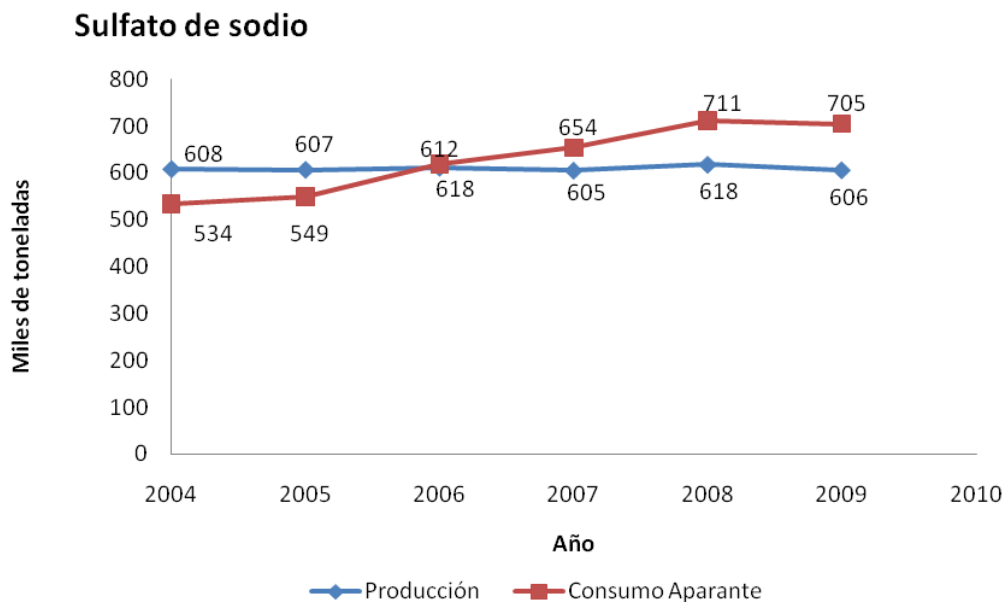
II. Otros usos son:

- (1) Como aditivo para alimento de ganado
- (2) Junto a bisulfito de sodio se usa para ajustar pH en tintes
- (3) En refinación en la metalurgia

5.2 Oferta

El comportamiento del Sulfato de Sodio de acuerdo al Anuario Estadístico de la Asociación Nacional de la Industria Química, 2010 es la siguiente:

Toneladas	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Producción	608,427	607,000	611,727	605,000	618,000	606,000
Importación	49,614	64,966	76,386	90,655	113,425	117,030
Exportación	124,384	123,307	69,860	42,046	20,733	18,088
C. Aparente	533,656	548,658	618,253	653,609	710,692	704,941
Cap. Instalada	621,000	621,000	621,000	621,000	620,000	621,000



Fuente: Investigación Directa del ANIQ, Secretaría de Economía.

a) Productores y distribuidores

Productor o Distribuidor	Domicilio	Teléfono	Dirección electrónica
Atlanta Química, S.A. de C.V.	Llanura 155, Insurgentes Cuicuilco, 04530, D.F., México.	56255910, 55681410	atlantaq@prodigy.net.mx
BASF Mexicana, SA de C.V.	Insurgentes sur 975, Cd de los Deportes 03710, Distrito Federal. México.	53252600, 53252777	www.basf.com.mx
Biesterfeld International GmbH	José María Olloqui # 63-5, del Valle 03100, México Distrito Federal.	55342551, 55245281	p.silva@biesterfeld.com
Brenntag México, S.A. de C.V.	Bld. Tultitlan Ote. 35, Barrio Santiaguito 54900, Tultitlan, Edo. México.	58996400, 58886442, 58996400	www.brenntagla.com
Distribuidora de Sosa, S.A. de C.V.	Calle 20, No 2680, Zona Industrial Guadalajara , 44940, Jalisco, México	523331450555, 523331451139	info@disosa-chemicals.com
Galvano química Mexicana, S.A. de C.V.	Enrique Rébsamen No. 706 Col. Narvarte, C.P. 03020 México, D.F.	(55) 5687-4400, 5687-4800, (55) 5523-5378	
Mallinckrodt Baker, S.A. de C.V.	Plomo 2, Col. Esfuerzo Nacional Xalostoc, 55320, Ecatepec, Estado de México.	56990250, 57912347	www.mallbaker.com, miguel.rodriguez@covidien.com
Pochteca Materias Primas, S.A. de C.V.	Gobernador Manuel Reyes Veramendi, # 6 Col. San Miguel Chapultepec, 11850, Delegación Miguel Hidalgo, Distrito Federal, México.	52785900, 52785979	www.grupopochteca.com.mx, ventas@pochteca.com.mx
Química Central de México, S.A. de C.V.	Carr. León-San Fco. del Rincón Km 13.5, Apdo. postal 76, 36300, San Fco. del Rincón, Guanajuato, México.	01(477)7101600, 15,18,19, 55363746	www.qcm.com.mx, quicemex@qcm.com.mx
Química del Rey, SA de C.V.	Av. Manuel Gómez Morin # 444, Col. Torreón Residencial, 27268, Torreón, Coahuila, México.	01(871)7295546, 01(871)7295781	www.penoles.com, Ventas_Sales@penoles.com.mx
Distribuidora Química Mexicana, S.A. de C.V.	Guillermo Marconi 13A, Frac. Industrial Cuamatla 54730, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.	58317903, 58317903, Ext. 104	vlopez@diquimex.com
Química Treza, SA de C.V.	Presa Huapango 11, Recursos Hidráulicos, 54900, Tultitlan, Estado de México.	58841717, 58849900	www.treza.com.mx, fzavala@treza.com.mx
Univar de México, S.A. de C.V.	Carr. Sendero Nacional Km 4.9 s/n, Ejido los Arados, CP87560, Matamoros, Tamaulipas, México.	(55)11070170, (868)8124893, (55)55236706, (868)8160973	www.univarusa.com, mexicocustomerservice@univarusa.com
Productos Químicos Mardupol, S.A. de C.V.	Av. Talismán 468, Aragón Inguaran, 07820, México, Distrito Federal.	51180100, 57607558	mardupol@mardupol.com.mx
Cognis Mexicana, S.A. de C.V.	Calzada de La Viga S/N, Frac. Los Laureles, 55090, Ecatepec, Estado de México.	58361258, 58361299, 58361200	www.cognis.com, rosalinda.estrada@cognis.com

b) Empresas que importan Sulfato de sodio

- I. Pondercel, S.A.
- II. Global Energy Systems S.A.
- III. Peroxiquimicos S.A.

- IV. Petroquímica Penwalt S.A.
- V. Procter and Gamble de México S.A.
- VI. Detergentes y Jabones Sasil S.A.
- VII. SQM México S.A.
- VIII. Harbison Walker Refractories S.A.
- IX. Enertec México S.A.
- X. PDTOS Roche S.A.
- XI. Reckitt Colman de México S.A.

c) Empresas que exportan Sulfato de sodio

- I. Química del Rey S.A.
- II. Productos Químicos Monterrey

d) Precios en \$/kg base de cotización 5 toneladas:

I. Fuente BANCOMEXT

Concepto	\$/kg	\$/ton	USD/ton
Productos químicos Mardupol	7.39	7,386.42	614.00
Alquimia Mexicana	8.70	8,696.91	722.94
Cia. Química Neumann	10.33	10,325.10	858.28
Abaquim	12.71	12,707.82	1,056.34

Considerando: presentación en sacos de 25 kg. LAB en el D.F., tipo de cambio de 12.03

II. Fuente *Chemical Markete Reporter*

- 1) En el Este 613.00 USD/ton
- 2) En el Golfo 614.00 USD/ton
- 3) En el Oeste 612.00 USD/ton

6. Ingeniería Básica

A la ingeniería básica se le puede definir de varias formas, por ejemplo: "es la información tecnológica necesaria para desarrollar un proceso", o bien "es un conjunto de actividades encaminadas para diseñar etapas, establecer la secuencia óptima de ellas y definir los conceptos necesarios así como sus principales condiciones de contratación, para transformar la materia prima en productos"

Este concepto incluye la elaboración de los siguientes documentos

El desarrollo de la planta para la recuperación de sulfato de sodio, se realizó tomando como base la tecnología desarrollada por licenciador *Rhone Poluenc Industries*, la cual el cliente pudo adquirirlo los derechos para su aprovechamiento. El paquete de Ingeniería básica en el cual se basa esta propuesta consta de los siguientes apartados:

- I. Bases de diseño
- II. Diagramas de flujo de proceso
- III. Balances de materia y energía
- IV. Descripción funcional del proceso
- V. Filosofía básica de operación
- VI. Lista de equipo
- VII. Arreglo de equipo
- VIII. Criterios generales de diseño y especificaciones técnicas
- IX. Hojas de datos y memorias de cálculo
- X. Servicios auxiliares
- XI. Diagrama de tubería e instrumentación
- XII. Control del área de proceso
- XIII. Diagrama de localización general (Lay out)

6.1 Bases de Diseño

En el documento bases de diseño se detalla la información específica del proyecto, indispensable para que el licenciador pueda desarrollar la ingeniería básica correspondiente. Estos datos son preparados por el cliente, quien los debe emitir al licenciador antes de que se inicien actividades correspondientes de ingeniería básica.

Estos datos varían de acuerdo con la naturaleza del proyecto y tipo de planta que se desee instalar, debiendo analizarse la conveniencia de incluir o no, determinada información. Así mismo este documento establece los compromisos y garantías entre el licenciador y el cliente, los cuales, al estar de común acuerdo, permiten definir los lineamientos y especificaciones necesarios para el diseño de la planta.

Esta información puede ser clasificada en dos partes para su elaboración y análisis: la primera nos indica los recursos técnicos con los que contamos para la ejecución del proyecto, por ejemplo algunos de ellos son características de materias primas disponibles, características de servicios auxiliares de que se dispone (energía eléctrica, vapor drenajes, etc.) características de lugar de ubicación de la planta (clima, velocidad y dirección de los vientos, entre otros). La segunda parte indica lo que se desea del proyecto, por ejemplo especificaciones del producto, cantidad producida de este, factor de servicio de la planta, alcance de la tecnología que se desee adquirir, etc. No siempre las materias primas que se encuentran están lejanas del lugar, en nuestro caso se tiene a la mano y se tomará la descarga de la segunda cristalización del complejo Metionina como materia prima. En este caso, se plantea la alternativa de acondicionar la descarga para que se ajuste a las necesidades del proceso y estudiar la conveniencia de hacer cambios en la instalación ya existente para que se utilicen la descarga como materias primas disponibles. Se puede tener el caso, como en el nuestro, de que la planta se vaya a construir dentro de un complejo industrial en el cual los servicios auxiliares ya están definidos en cuanto a niveles o rango de operación. Las bases de diseño incluyen un listado de todos aquellos servicios auxiliares que se disponen en el lugar de instalación de la planta con el fin de que el diseño de la tecnología indique de cuales hará uso, en qué cantidades, y las condiciones a las que se requiere. Esto dará la pauta para el diseño de algunas partes y secciones de proceso. Las especificaciones del producto son establecidas por alguna dependencia gubernamental o por las exigencias del público consumidor. Dichas especificaciones son definidas durante el estudio de mercado y son anotadas en las bases que se le entreguen al proveedor de la tecnología.

El factor de servicio del proceso expresará el número de días que la planta operará por cada año y estará expresado generalmente en porcentaje o fracción. Es importante definirlo ya que con base en él se seleccionará el equipo de soporte, el ritmo de trabajo deseado, y se determinará el número de equipos de relevo.

A continuación se describe la información requerida del documento bases de diseño para el proceso de producción de Sulfato de sodio.

6.1.1 Objetivo

La planta de Sulfato de sodio tiene como objetivo evitar la contaminación del medio ambiente por el agua residual que se obtiene como filtrado en la segunda cristalización del proceso de obtención de Metionina.

6.1.2 Descripción de la planta

6.1.2.1 Descripción sintetizada de la planta

La planta contará con tres áreas: una de oficinas, otra de proceso y la tercera de servicios.

El área de proceso está dividida en tres etapas, una de evaporación, otra de cristalización y la siguiente de tratamiento térmico donde se está considerando, también, el tratamiento de emisiones a la atmósfera.

6.1.2.2 Capacidad y Rendimiento

Horas de operación por año calendario o factor de servicio 0.9 equivalente a 330 días

Capacidad y rendimiento

Diseño (100%)	8,000 ton/año
Normal (80%)	6,400 ton/año
Mínima (60%)	4,800 ton/año

6.1.2.3 Flexibilidad de operación

El sistema requerirá de sistemas de control de medición de flujo, presión y temperatura, que estarán montados en cada uno de los equipos para mantener dicho control.

La planta deberá seguir operando bajo las siguientes condiciones anormales:

Falla eléctrica	Sí	No	X
Falla de vapor	Sí	No	X
Falla de agua de enfriamiento	Sí	No	X
Falla de los instrumentos	Sí	No	X
Otras	En caso de falla de suministro de combustible no puede operar		
Previsiones para ampliaciones	No se prevén ampliaciones futuras de la batería de separación pero sí se deberá considerar su interconexión a futuro.		
Requerimientos especiales	No		

6.1.3 Datos generales, localización de la planta y comunicaciones

<i>Razón social del cliente:</i>	Facultad de Química UNAM
<i>Nombre de la Planta o proyecto:</i>	Recuperación de Sulfato de Sodio en la producción de Metionina
<i>Localización</i>	
País:	México
Estado:	Veracruz
Ciudad:	Cosoleacaque
Municipio:	Cosoleacaque
Domicilio:	Km 7 + 000F.F.C.C. Hiuberas-Minatitlan, col. Insurgentes Norte Cosoleacaque Veracruz.

Límites de propiedad

Colinda con terrenos propiedad de PEMEX, al Norte y Oeste no hay actividades de ningún tipo. Al Este existe una planta de amoniaco y una planta de FERTIMEX, Al sur colinda con el derecho de vía y por le otro lado del ferrocarril existe una zona habitacional.

Altura sobre el nivel del mar	7.0 mts
Área de la propiedad:	165,000 m2 165 x 100

Vías de comunicación para el sitio

Ferrocarril (Km.)	Disponible	Espuela y ladero al FFCC que comunica al Sureste, Sur, Centro Norte y Occidente.
Caminos	Disponible	Comunicación Inmediata con la carretera Federal Transmítica Coatzacoalcos-Minatitlán y de esta al sureste(Tabasco, Campeche, Yucatán) al sur (Oaxaca, Chiapas) y al centro (Veracruz, Puebla, Tlaxcala, D.F . etc.)
Teléfono	Disponible	Criterio de comunicaciones externa e interna Red de PEMEX, Se usarán las instalaciones ya existentes en Cosoleacaque. Cualquier ampliación se hará en combinación con el departamento Central de Ingeniería de telecomunicaciones (DCIT) de PEMEX.
Radio	Disponible	Sistema de microondas digital tipo Trunking
Fax	Disponible	
Correo Postal	Disponible	
Telégrafo	Disponible	
Puertos próximos	Disponible	
Aeropuertos próximos	Disponible	Cantitas, Localizado a 15 km de distancia con vuelos comerciales diarios a la Cd. de México, Monterrey, Tampico, Villahermosa

Datos topográficos

Existe plano topográfico	Si	X	No
--------------------------	----	---	----

Mecánica de Suelo

Existe estudio	Si	X	No
----------------	----	---	----

Resistividad del terreno

Existe estudio	Si	X	No
----------------	----	---	----

Sismicidad

La República Mexicana está ubicada en una de las zonas de mayor sismicidad en el mundo, debido a que se encuentra localizada en una región donde interactúan cinco importantes placas tectónicas, a saber: Cocos, Pacífico, Norteamérica, Caribe y Rivera.

A su vez la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, estas zonas son un reflejo de qué tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo:

- La zona A es una región donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Zona sísmica "C"

Factor "C"

Datos meteorológicos

Temperatura (°C)

Máxima extrema	42.0 °C
Mínima extrema	11.8 °C
Máx. promedio anual	38.6 °C

Mín. promedio anual	13.8 °C
Promedio del mes más caliente	30.7 °C
Promedio del mes más frío	10.0 °C
De bulbo húmedo promedio	27.8 °C
Humedad relativa	
Máxima	95%
Mínima	50%
Media	75%
Precipitación pluvial	
Horaria Máxima	
Meses de máxima	80.0 mm
Máxima en 24 horas	279.4 mm
Anual media:	2,900.00 mm
Atmósfera	
Presión atmosférica anual	760 mm Hg
Atmosférica corrosiva	Sí
Contaminantes:	H ₂ S, sal
Vientos	
Velocidad máxima registrada	200 km/hr
Velocidad media del viento	10 km/hr
Vientos dominantes (dirección)	De NO a SE
Vientos reinantes (dirección)	De NE a SO
<i>Datos del lugar</i>	
Tormentas eléctricas por año	Número de tormentas en cada mes
	Enero 0 Abril 0 Julio 2 Octubre 0
	Febrero 0 Mayo 1 Agosto 2 Noviembre 0
	Marzo 0 Junio 2 Septiembre 2 Diciembre 0
Tipo de ambiente	Cálido-Húmedo Con abundantes lluvias en verano, lluvias (Mayo-Octubre), con periodo corto de sequía intermedia entre Agosto y septiembre y secas (Noviembre-Abril), con periodos de lluvias invernales.

6.1.4 Necesidades de servicio a la planta

VAPOR

- Vapor de Media

	Máxima	Normal	Mínimo
<i>Presión</i>	11.8 kg/cm ² m	11.4 kg/cm ² m	6.4kg/cm ² m
<i>Temperatura</i>	190 °C	189°C	182 °C

- Vapor de Baja

	Máxima	Normal	Mínimo
<i>Presión</i>	4.6 kg/cm ² m	3.6 kg/cm ² m	---
<i>Temperatura</i>	175 °C	189°C	---

AGUA

- Agua cruda

Fuente de suministro:	Por planta de Metionina
Presión en L.B:	2.0 kg/cm ²

- | | | | |
|----------------------|----------------|--|--|
| Temperatura en L.B.: | 25°C | | |
| Disponibilidad: | La requerida | | |
| Análisis: | No se requiere | | |
- Agua tratada:

Fuente de suministro:	No se requiere		
-----------------------	----------------	--	--
 - Agua de enfriamiento:

Fuente de suministro:	Tubería a límite de batería		
Sistema de enfriamiento:	Torre de enfriamiento atmosférica		
Presión de entrada en L.B.:	3.5 kg/cm ² m		
Temperatura de entrada en L.B.:	32 °C		
Presión de salida en L.B.:	2.5 kg/cm ² m		
Temperatura máx. en L.B.:	46°C		
Disponibilidad:	La requerida		
Análisis de agua de repuesto:	Disponible	Sí	No X
 - Agua para servicios de limpieza en planta y uso sanitario:

Para su suministro se considera equipo de bombeo, tinaco de almacenamiento de 1, 000 L y sistema de electro nivel.

Fuente de suministro:	Tubería a límite de batería, será suministrada por la red municipal.		
Presión en L.B.:	4.1 kg/cm ²		
Temperatura en L.B.:	Ambiente		
Disponibilidad:	La requerida		
 - Agua para uso sanitario:

Fuente de suministro :	Red municipal		
Presión en L.B.:	4.5 kg/m ²		
Temperatura en L.B.:	Ambiente		
Disponibilidad:	La requerida		
 - Agua potable:

Fuente de suministro :	Será suministrada mediante garrafones.		
Presión en L.B.:	---		
Temperatura en L.B.:	---		
Disponibilidad:	La requerida		
Análisis químico:	Disponibilidad	Sí X	No
Análisis bacteriológico:	Disponibilidad	Sí X	No
 - Agua contra incendio:

Se deberá considerar la instalación de dos bombas centrifugas (una con motor eléctrico y otra de combustión interna) y la línea de conexión con la red de contra incendio.

Presión en L.B.:	10 kg/cm ² m		
Temperatura en L.B.:	25°C		
Disponibilidad:	La requerida		
- AIRE**
- Aire de Instrumentos:

Las características del aire deberán cumplir con especificaciones de la ISA-S73 (*Quality Standar Instrument Air, 1975*). El aire de instrumentos será generado, filtrado y secado, el cual deberá estar conectado a los actuadores de las válvulas de recirculación de flujo mínimo de las bombas y a los actuadores de las válvulas de nivel.

Suministro:	Paquete		
-------------	---------	--	--

Presión del sistema:	8.8 kg/cm ²		
Capacidad requerida:	100 PCSM		
Temperatura:	Ambiente		
Punto de rocío:	+2 °C		
Impurezas:	Ninguna libre de aceite polvo, Fe, etc.		
• Aire de la Planta:	El aire de planta será generado en las instalaciones para la combustión de materia orgánica. El aire de la planta será integrado a la red de instrumentos como soporte de emergencia.		
Presión del sistema:	8.8 kg/cm ² m		
Capacidad extra requerida:	100 PCSM		
Existirá red dentro de planta:	Sí		No
Suministrado en L.B.:	Sí		No

COMBUSTIBLES

• Combustibles gaseosos:			
Nombre:	Gas Natural		
Fuente de suministro:	Será suministrado por PEMEX		
Naturaleza:	Natural		
Composición base húmeda:	CH ₄	88.139 %Vol.	
	C ₂ H ₆	10.069 %Vol.	
	C ₃ H ₈	0.443 %Vol.	
	nC ₄ H ₁₀	0.019 %Vol.	
	iC ₄ H ₁₀	0.008 %Vol.	
	N ₂	1.036 %Vol.	
	Oxígeno	0.5 %Vol.	
	H ₂ S	6.1 mg/m ³	
	Azufre total	258 mg/m ³	
Humedad:	112 mg/m ³		
Peso específico:	---		
Densidad relativa:	---		
Poder calorífico bajo:	35.42 MJ/m ³		
Presión en L.B.:	8.1 kg/cm ²		
Temperatura en L.B.:	50 °C		
Disponibilidad:	100 Nm ³ /h		

• Combustibles líquidos:			
Fuente de suministro:	No se requiere		

Análisis químico:

Azufre:	---
Carbón:	---
Metales:	---
Peso específico:	---
Viscosidad:	--
Poder calorífico bajo:	--
Presión en L.B.:	--
Temperatura en L.B.:	--
Disponibilidad:	--

ELECTRICIDAD

Subministro por C.F.E:	Sí	X	No
------------------------	----	---	----

Fuente de suministro: PEMEX por medio de Turbogenerador interconectándose el sistema CFE.
 Tensión de suministro: 34500 Volts
 Número de fases: 3
 Frecuencia: 60 Hz
 Factor de potencia: 0.98
 Número de conductores: 3 (Uno por fase)
 Sección de conductores: 2/0 AWG
 Material del conductor: Aluminio ACSR
 Aislamiento del conductor : NO

INERTES

Naturaleza: Para arranque y paros
 Composición: ---
 Forma de entrega a L.B.: Tubería
 Presión a L.B.: ---
 Temperatura a L.B.: 25 °C (ambiente)
 Disponibilidad: La requerida

DESFOGUES

Se debe implementar un sistema de desfogue cerrado para recolectar los desfogues de las válvulas de seguridad de los equipos de proceso, el sistema debe tener la capacidad para manejar los desfogues de riesgo mayor que se puedan presentar en cualquiera de los equipos de proceso.

Responsabilidad de diseño: Por el contratista
 Hasta L.B.: Sí X No
 Hasta el quemador: Sí No X

Características de los cabezales disponibles fuera de L.B.:

	Alta presión	Baja presión	Ácido
Cantidad	---	---	---
Diámetro	---	---	---
Flujo máximo actual:	---	---	---
Flujo máx. disp. contra presión:	---	---	---
Temperatura:	---	---	---
Causas del desfogue:	Fuego		
Características del quemador:	Quemador elevado		
Capacidad:	Opera sistema de purga por mantenimiento		
Condiciones de operación:	Arranques, paros y emergencias		

QUÍMICOS PARA SERVICIOS AUXILIARES

Hidróxido de Sodio
 Forma de entrega Solución al 16 % en peso
 Estado Líquido
 Disponibilidad La requerida
 Concentración 16 % en peso

6.1.5 Productos a elaborar

NOMBRE	CAPACIDAD	CONCENTRACIÓN	FLUJO	ALMACENAMIENTO
Sulfato de sodio	8000 ton/año	98%	347	Hasta 40 ton

6.1.6 Características de las materias primas

Corriente número 62 que viene de la segunda cristalización del proceso Metionina con las siguientes características:

Características de la descarga: El volumen de esta descarga depende de la producción de Metionina y la composición es constante. Con referencia a la capacidad de producción 8,000 TPA de Metionina se generan los siguientes resultados:

COMPONENTE	PRODUCCIÓN	COMPOSICIÓN
Sulfato de sodio	2,240.98	66.68
Metionina	91.02	1.14
Impurezas	335.16	4.18
Agua	5,336.45	
Total	8,003.61	100
PH.	6.5	
Temperatura	104°F	

6.1.7 Características de los productos

	Sustancia	Forma de transportación
PRODUCTOS SÓLIDOS	Sulfato de sodio	bolsas de plástico y papel
ESPECIFICACIONES		
	Pureza (Na ₂ SO ₄)	98.50 %
	Cloruro de Sodio	0.50
	MgSO ₄	0.80%
	Fe ₂ SO ₃	50 ppm
	Húmedad	0.10%
	Insolubles en Agua	0.10%

6.1.8 Tratamiento de desechos

Indicar qué tipo de tratamiento se requiere para emisiones, efluentes

Requerimientos SEMARNAP Sí

Especificación de efluentes

Normas y requerimientos respecto a la pureza de

Agua	NOM-127-SSA1-1994	Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
	NOM-013-SSA11993	Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua

Aire

Sistemas preferidos de eliminación de desechos

Líquidos	Conducidos por	Tubería	a L.B.	Sí
	Para tratamiento por	Municipal		
Gaseosos	Conducidos por	Tubería	a L.B.	Sí
	Para tratamiento por	Planta de recuperación de Sulfato de Sodio		
Sólidos	Conducidos por	Manualmente	a L.B.	Sí
	Para tratamiento por			

Tipos de drenajes

El drenaje pluvial será superficial de acuerdo al diseño del área de proceso.

Aceitosos:	Sí	---	No	X	
Pluvial:	Sí	X	No		A descarga municipal
Químico:	Sí	---	No	X	
Sanitario:	Sí	X	No		Fosa séptica, Tratamiento municipal

Se depositarán en:

Río:	---		
Laguna:	---		
Red colectora existente:	X		
Planta de tratamiento de efluentes:	Si	No	X
Tratamiento para recircular la planta:	Si	No	X

6.1.9 Instrumentación

La instrumentación será del tipo local, electrónica e inteligente con comunicación de 4-20 mA C.D., alimentación 127 VCA. Se implementará un controlador local, el cual deberá ser de arquitectura abierta y contar con puerto de comunicaciones rs-232 y data high plus. Deberá considerarse con 30% de ampliación futura en entradas/salidas digitales y analógicas.

La calibración de los instrumentos será en las siguientes unidades.

Presión		kg/cm ²
Temperatura		°C
Flujos	Líquidos	BDP a 156.6°C
	Gas	m ³ /h a 20°C y 1 kg/cm ² abs.

6.1.10 Seguridad

Sistema contra incendio La instalación debe contar con una red, en forma de anillo, de distribución de agua contra incendio capaz de proteger al personal e instalaciones, prevenir riesgos de propagación de incendio en todas las áreas de proceso, equipos e instalaciones en general de la planta. Esta red no deberá tener conexión para alimentar otra red de agua.

Parámetro	Unidades	Condiciones
Producto	---	Agua
Fuente	---	Tanque de almac.
Disponibilidad	---	La requerida
Presión mínima de suministro	Kg/cm ²	7.0
Número de bombas requeridas motor eléctrico/ motor de combustión interna	---	Uno / Uno

Extintores De acuerdo al área a proteger, se deberán instalar extintores en cantidad y capacidad suficientes del tipo portátil manual para fuegos tipo "ABC" de polvo químico seco y bióxido de carbono, así como extintores tipo "ABC" de polvo químico seco montados sobre ruedas, los cuales deberán estar localizados estratégicamente.

- Portátil de polvo químico seco tipo "ABC" de 20 libras, para cuarto de operadores.
- Portátil de bióxido de carbono de 20 libras, para cuarto de control (sistema de computo y eléctrico)
- De polvo químico seco tipo "ABC" de 150 libras, montado sobre ruedas para el área de proceso.

Protección personal Se contará con uniformes, cascos, zapatos de seguridad, mascarillas, guantes, etc. Los equipos y tuberías dentro de límite de batería que operan a más de 60 °C, deberán ser aislados para protección al personal de acuerdo a los códigos y normas aplicables.

Señalización

Se deberá proporcionar la cantidad necesaria de señalización prohibitiva, de advertencia e informativa en la instalación, debiéndose indicar la ruta de escape en forma racional y funcional para el desalojo de la instalación en caso de emergencia. En los lugares visibles de la instalación deberán colocarse carteles con los procedimientos escritos y sus respectivos diagramas, para arranque y parado de los equipos de las mismas, incluyendo procedimientos de emergencia.

Protección de descargas eléctricas

Se diseñará un sistema de disposición de descargas eléctricas (red de tierras) para protección de las personas, equipos e infraestructura de la planta, con la finalidad de evitar la caída de rayos en el área de las instalaciones a través de la disipación continua de la descarga atmosférica (cargas estáticas o choques eléctricos), producida por diferencias de potencial de origen externo e interno contra los efectos secundarios de la caída de rayos.

6.1.11 Normas, códigos y especificaciones

Equipo	Norma, código o especificación
Recipientes	ASME , API
Tubería	ANSI, API
Electricidad	NEMA, NFPA (NEC)
Ruido	PEMEX
Seguridad	API, ASME, NFPA, OSHA
Instrumentación	ISA
Cambiadores	TEMA, ASME, ANSI, API
Válvulas	API,ASME,ANSI
Efluentes	NOM, Legislación mexicana vigente.

6.2 Bases de diseño de especialidades**6.2.1. Para Ingeniería Civil**

Solicitaciones por sismo: Se solicitará manual de diseño de obra civil de la Compañía Federal de Electricidad (C.F.E.)

Coefficiente sísmico: 0463 (Zona C tipo I Suelo tipo III)

Información del tipo de suelo: Se deberá ratificar mediante la reinterpretación de la información geológica existente, los aspectos litológicos y estructurales para verificar si la ubicación del sitio actual es idónea para el desarrollo del proyecto.

6.2.2 Para Ingeniería Eléctrica

Suministro de voltaje:	23,000.00 volts
Subestación:	440 V / 3 fases / 60 Hz
Materiales de construcción de la caseta de subestación:	Muro de <i>block</i> pintado y losa de concreto
Se requiere planta de emergencia:	Sí
Sistema de fuerza:	480 / 440 Volts
Sistema de alumbrado:	220 / 127 Volts
Sistema de control:	127 / 110 Volts
Los arrancadores para motores se agruparán en CCM's con combinaciones de interruptor:	Termo magnético
Potencia mínima para motores trifásicos en 4480 /440 Volts:	¾ HP / 3 Fases / 60 Hz
Canalizaciones y conductores	
Para alumbrado:	Conduit pared gruesa

Para control y fuerza:	Conduit pared gruesa
Material del <i>conduit</i> :	Fierro galvanizado
Los conductores a emplearse son del tipo:	
Para alumbrado:	THW, Monopolar
Para control y fuerza:	THW, Monopolar
Los calibres mínimos a utilizarse son:	
Para alumbrado:	12 AWG
Para fuerza:	12 AWG
Para control:	14 AWG
Alumbrado exterior:	Sí

6.3 Diagramas de flujo de proceso

Los diagramas de flujo de proceso contienen descripción gráfica de la secuencia de operaciones y procesos unitarios de la planta, todos los equipos principales, tales como recipientes, intercambiadores de calor, horno, bombas y compresores, aparecen representados en estos diagramas, así como también las corrientes principales que los interconectan; se indican aquí los nombres de los equipos, sus claves de identificación y sus características más importantes. Las corrientes de diversos tipos aparecen numeradas en una tabla que contiene datos de composición (% mol), flujo (kg/hr), presión (kg/cm^2), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y densidad (g/cm^3).

Los diagramas de flujo de proceso son la descripción fundamental de la planta y constituyen el documento base para las actividades siguientes de ingeniería del proyecto.

El diagrama de flujo de proceso (DFP) es un documento que se prepara con el fin de proporcionar un arreglo esquemático del equipo principal, la instrumentación básica de control y las líneas de alimentación, interconexiones y producto, de la manera más clara y sencilla posible. Los principales criterios para un buen diagrama de flujo de proceso son la claridad y objetividad de la información. Normalmente, estos diagramas se acompañan de los balances de materia y energía, cuyos cálculos son propiedad del licenciador, quien deberá conservarlos para posibles referencias. El contenido del diagrama de flujo depende de la política del licenciador de la ingeniería, sin embargo, su contenido típico es el siguiente:

- A. Identificación del proyecto y de la planta, edición del diagrama y firmas de aprobación interna del licenciador y del cliente.
- B. Representación esquemática de los equipos de proceso, corrientes principales que los unen, indicando la dirección del flujo mediante flechas. Normalmente se representan los equipos de izquierda a derecha de acuerdo a su aparición en el proceso.
- C. Origen de la alimentación y destino del producto, mostrados con flechas.
- D. Balance de materia y energía, indicando las alimentaciones, productos, flujos, composición, propiedades básicas y condiciones de operación de presión y temperatura.
- E. Características básicas del proceso, indicando para cada equipo su clave, el nombre del servicio y el número de unidades.
- F. Representación esquemática de los controles básicos del proceso.

Los diagramas elaborados para este trabajo son los siguientes y se encuentran en el anexo I como:

DFP-ERA-2003-1

DFP-ERA-2003-2

Así mismo, cabe mencionar que los servicios auxiliares se representan en estos diagramas por la facilidad esquemática de representarlos, ya que no hubo la necesidad de elaborar uno adicional.



EC-101
SERVICIO: INCINERACIÓN
OD: 1082 MM
L: 3000 MM
MATERIAL: SS 316 L

DA-101
SERVICIO: LAVADO DE GASES
OD: 1082 MM
L: 3000 MM
MATERIAL: SS 316 L

P-108
SERVICIO: BOMBA DE SOSA
CAPACIDAD: 20 LPM
DESCARGA: 3 BAR
RPM: 1500 rpm
HP: 1.5 (3 KW)

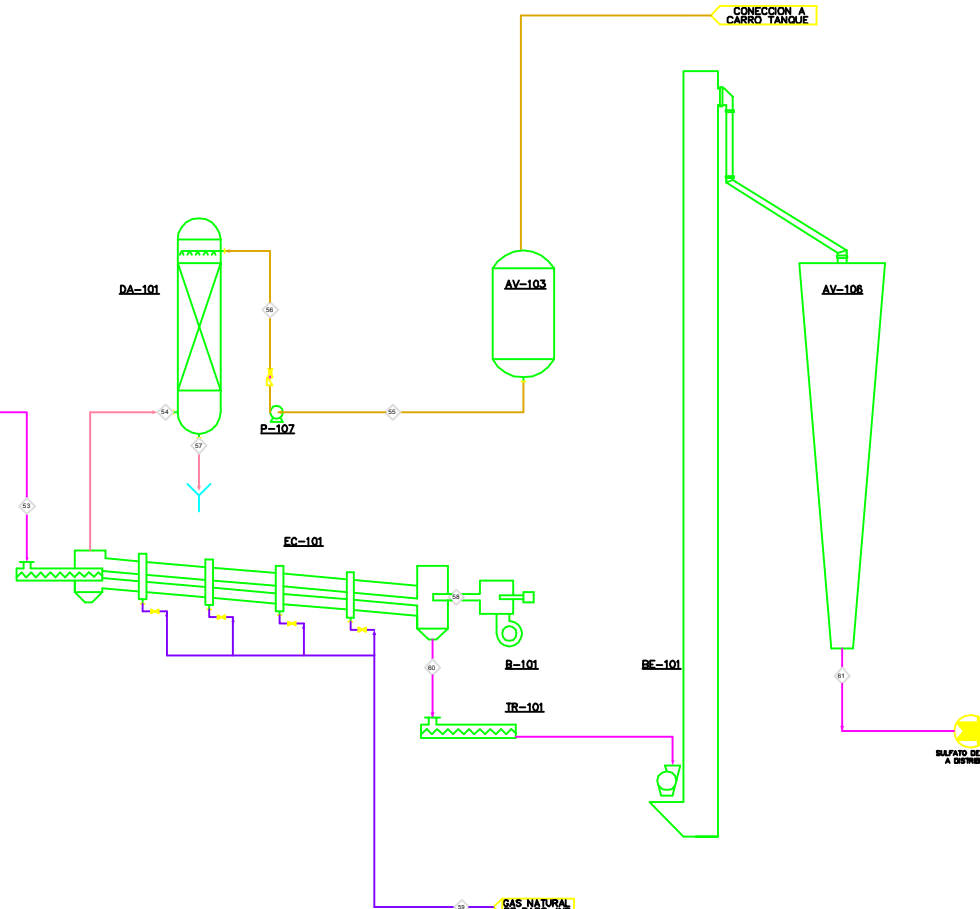
B-101
SERVICIO: SUMINISTRO OXIGENO
CAPACIDAD: 20 LPM
DESCARGA: 3 BAR
RPM: 1500 rpm
HP: 1.5 (3 KW)

AV-105
SERVICIO: ALMACENAMIENTO SOSA
OD: 1082 MM
L: 3000 MM
MATERIAL: SS 316 L

BE-101
SERVICIO: TRANSPORTE CRISTAL
OD: 1082 MM
L: 3000 MM
MATERIAL: SS 316 L

AV-106
SERVICIO: ALMACENAMIENTO CRISTAL
OD: 1082 MM
L: 3000 MM
MATERIAL: SS 316 L

DFP-2001-ERA-01



DESCRIPCIÓN	ENTRADA DE GASES	ENTRADA DE GASES P-107	ENTRADA DE GAS NATURAL	ENTRADA DE GAS NATURAL	ENTRADA DE GAS NATURAL	ENTRADA DE GAS NATURAL	ENTRADA DE GAS NATURAL	ENTRADA DE GAS NATURAL	ENTRADA DE GAS NATURAL
CORRIENTE	173	85	85	288	1772	73.94	3098.94	3098.94	
FLUJO NORMAL M3(A)	173	85	85	288	1772	73.94	3098.94	3098.94	
FLUJO NORMAL M3(B)	190	104	104	285	1953	67.21	4388.48	4388.48	
FLUJO NORMAL M3(C)	0.39	0.14	0.14	0.394	0.394	537.29	6.33	6.33	
FLUJO NORMAL M3(D)	0.42	0.14	0.14	0.433	0.433	488.44	6.87	6.87	
FASE	GAS	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	GAS	GAS	SOL	SOL	
H ₂ O S w/s	0	28.80	28.80	0	0.00	0.00	100.00	100.00	
ME ₂ S w/s	0	1.13	1.13	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
IMPUREZAS S w/s	0	4.17	4.17	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
H ₂ O S w/s	25	50	50	36	0.00	0.00	0.00	0.00	
Me ₂ S w/s	0	30	30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
CO ₂ S w/s	50	0.00	0.00	36	0.00	0.00	0.00	0.00	
SO ₂ S w/s	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
H ₂ S S w/s	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Me ₂ S S w/s	0.00	0.00	0.00	19	0.00	0.00	0.00	0.00	
Me ₂ S S w/s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MPR	0.00	0.00	0.00	0.00	100	0.00	0.00	0.00	
GAS NATURAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	0.00	0.00	
PRESION NORMAL / M3(A) (PSIG)	115/703	49/42	49/42	49/42	125/727	115/717	0.23/0.28	0.23/0.28	
TEMP. NORMAL / MAX. (F)	1112/1114	68/70	68/70	68/70	68/70	122/724	1112/1114	77/78	
SD	0.80	1.38	1.38	1.38	0.005	0.00	1.23	1.23	
VISCOSIDAD (cp)	0.80	85	85	85	0.077	0.085	0.85	0.85	
VELOCIDAD (FT/SEG)	36.38	3.98	3.98	3.98	36.42	46.14	1.98	0.00	
Q _v (BTU/H)	1.00	0.85	0.85	1.00	0.85	0.43	1.35	0.85	
H (BTU/LB)	141.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	916.63	916.63	

MAR/04		0001		A		MAR/04		PARA DISEÑO		COMPROBADO: POSGRADO DE INGENIERIA		FACULTAD DE QUIMICA		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		PROY: TESIS	
FECHA:		NUMERO ENVIO		REV.		FECHA		DESCRIPCION		COORDINADOR TECNICO		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		FACULTAD DE QUIMICA		DESCR: RECUPERACION DE SULFATO DE SODIO EN EL PROCESO DE PRODUCCION METONINA	
										COORDINADOR ESPECIALIDAD		POTRERO NUMERO 35		MAESTRIA EN INGENIERIA Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS		PLANO DE DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
										C.P. 14350 TLALPAN MEXICO D.F.		ING. JESUS HERANDEZ LOPEZ		ESC.1:200		PROYECTO: ERA-2003-01	
										C.P. 14350 TLALPAN MEXICO D.F.		DIBUJO ELABORADO EN: MEX. D.F. MR/2003		PLANO No: DFP-ERA-2003-02		HOJA REV. 2/2 A	

6.4 Balances de materia y energía

Los balances de materia y energía incluyen las cantidades que entran y salen de materiales, así como los requerimientos de energía de cada etapa del proceso. Se elaboran, con base en los rendimientos de productos intermedios y finales, así como en los consumos de servicios y de energía previstos, de acuerdo con la experiencia de los proveedores.

Estos balances permiten determinar las capacidades de los equipos y los requerimientos de servicios de los mismos, así como los volúmenes de subproductos y desechos que deben esperarse de la operación de la planta.

La información específica que debe contener los balances de materia y energía depende del licenciador y de los requerimientos del cliente. Se considera como típica la siguiente información:

- I. Nombre y número de corriente
- II. Gasto volumétrico y de masa
- III. Composición química de las corrientes
- IV. Estados físicos y composición porcentual en cada corriente
- V. Presiones y temperaturas de operación
- VI. Principales propiedades físicas y químicas de cada corriente.

El cuadro de balance se presenta dentro de los planos DFP-ERA-2003-1 y DFP-ERA-2003-2, sin embargo en el anexo II se encuentra el balance de materia de acuerdo a lo calculado.

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>FACULTAD DE QUIMICA</u>							HOJA: 1 DE 5				
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>							ELABORO <u>JHL</u> FECHA:				
								REVISO: <u>ADP</u> FECHA:				
	TITULO: BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA							No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>				
							No. CALC: <u>MEM-03 IC-100</u>			<u>REV. A</u>		
CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FLUJO NORMAL MASICO(LB/H)	11918.01	11918.01	11918.01	11918.01	11918.01	11918.01	11316.05	11316.05	11316.05	10714.08	10714.08	10714.08
FLUJO DISEÑO MASICO(LB/H)	13109.81	13109.81	13109.81	13109.81	13109.81	13109.81	12447.65	12447.65	12447.65	11785.49	11785.49	11785.49
FLUJO NORMAL VOL. (GPM)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	18.68	18.83	18.68	17.54	17.54	17.54
FLUJO DISEÑO VOL. (GPM)	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	20.54	20.71	20.54	19.29	19.29	19.29
FASE	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ
Na ₂ SO ₄ %(W/W)	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.31	0.31	0.31
METIONINA %(W/W)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
IMPUREZAS %(W/W)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
H ₂ O %(W/W)	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.64	0.64	0.64	0.62	0.62	0.62
NaOH %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO ₂ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SO ₂ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N ₂ O ₅ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ SO ₃ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AIRE %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GAS NATURAL %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRESIÓN NORM./MAX. (PISG)	0.00	44.00	42.00	32.00	27.00	27.00	0.00	34.46	24.46	0.00	34.00	24.00
TEMPERATURA NORM. / MAX. (°F)	104/105	104/105	104/105	113/115	113/115	123/125	123/125	123/125	129/131	129/131	129/131	133/135
SG	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.21	1.20	1.21	1.22	1.22	1.22
VISCOSIDAD (CP)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
VELOCIDAD (FT/SEG)	2.57	4.78	4.78	3.81	3.81	3.81	2.66	4.95	3.81	2.49	4.63	2.49
Cp (BTU / LB °F)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
H (BTU/LB)	60.73	60.73	60.73	60.73	60.73	60.73	60.73	60.73	60.73	60.73	60.73	60.73

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>FACULTAD DE QUIMICA</u>										HOJA: 2 DE 5		
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>										ELABORO: <u>JHL</u> FECHA:		
											REVISO: <u>ADP</u> FECHA:		
	TITULO: BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA										No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>		
										No. CALC: <u>MEM-03 IC-100</u>	<u>REV. A</u>		
CORRIENTE	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
FLUJO NORMAL MASICO(LB/H)	729.51	601.97	601.97	601.97	601.97	601.97	729.51	729.51	14768.85	15498.36	1286.45	1286.45	601.97
FLUJO DISEÑO MASICO(LB/H)	802.46	662.16	662.16	662.16	662.16	662.16	802.46	802.46	16245.73	17048.20	1415.10	1415.10	662.16
FLUJO NORMAL VOL. (GPM)	347.28	7710.65	9508.85	11923.22	1.22	1.23	1.63	1.50	31.27	32.77	2.58	2.58	1.21
FLUJO DISEÑO VOL. (GPM)	382.01	8481.72	10459.74	13115.54	1.34	1.35	1.79	1.65	32.59	34.24	2.84	2.84	1.33
FASE	GAS	GAS	GAS	GAS	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ
Na ₂ SO ₄ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
METIONINA %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMPUREZAS %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H ₂ O %(W/W)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	100.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
NaOH %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO ₂ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SO ₂ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N ₂ O ₅ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ SO ₃ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AIRE %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GAS NATURAL %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRESIÓN NORM./MAX. (PISG)	71.11	3.50	2.80	2.20	2.80	3.50	71.11	71.11	112.54	183.65	44.00	44.00	34.00
TEMPERATURA NORM. / MAX. (°F)	340/342	149/152	140/142	130/132	140/142	149/152	340/342	193/195	153/155	193/195	86/88	100/102	100/102
SG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.98	0.90	0.90	0.97	0.93	1.00	1.00	0.99
VISCOSIDAD (CP)	0.15	0.15	0.15	0.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.15
VELOCIDAD (FT/SEG)	49.07	46.83	46.14	46.14	1.42	1.44	1.90	1.90	3.80	4.00	2.51	1.68	1.41
Cp (BTU / LB °F)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
H (BTU/LB)	1189.90	1125.10	1121.50	1117.60	106.73	1009.60	310.60	161.26	120.92	161.26	53.25	69.73	69.73

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>FACULTAD DE QUIMICA</u>										HOJA:	3	DE	5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>										ELABORO	JHL	FECHA:	
											REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO: BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA										No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>			
										No. CALC:	<u>MEM-03 IC-100</u>		<u>REV. A</u>	
CORRIENTE	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
FLUJO NORMAL MASICO(LB/H)	1286.45	1286.45	601.97	601.97	27346.00	27346.00	10112.12	10112.12	10112.12	10112.12	7020.65	7020.65	58388.13	
FLUJO DISEÑO MASICO(LB/H)	1415.10	1415.10	662.16	662.16	30080.61	30080.61	11123.33	11123.33	11123.33	11123.33	7722.72	7722.72	64226.94	
FLUJO NORMAL VOL. (GPM)	2.58	2.58	1.23	1.23	56.09	56.09	16.42	16.42	16.42	16.42	3342.17	15.64	94.80	
FLUJO DISEÑO VOL. (GPM)	2.84	2.84	1.32	1.32	61.70	61.70	18.06	18.06	18.06	18.06	3676.38	15.42	104.28	
FASE	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	GAS	LIQ	LIQ	
Na ₂ SO ₄ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.00	0.00	0.33	
METIONINA %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	
IMPUREZAS %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.00	0.00	0.06	
H ₂ O %(W/W)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00	0.60	
NaOH %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CO ₂ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
SO ₂ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N ₂ O ₅ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Na ₂ SO ₃ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
AIRE %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
GAS NATURAL %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PRESIÓN NORM./MAX. (PISG)	44.00	44.00	34.00	34.00	102.99	102.99	24.00	24.00	24.00	34.00	71.11	71.11	14.00	
TEMPERATURA NORM. / MAX. (°F)	86/88	100/102	70/72	70/72	86/88	100/102	133/135	133/135	133/135	133/135	340/342	340/342	176/178	
SG	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.22	1.23	1.23	1.23	0.00	0.90	1.23	
VISCOSIDAD (CP)	1.00	1.00	0.15	0.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
VELOCIDAD (FT/SEG)	2.51	1.68	1.41	1.41	3.06	3.06	2.49	3.92	3.92	3.92	49.07	39.07	3.92	
Cp (BTU / LB °F)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
H (BTU/LB)	53.25	69.73	36.99	36.99	53.25	69.73	60.73	100.84	100.84	100.84	1189.90	1189.90	144.83	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: FACULTAD DE QUIMICA										HOJA: 4 DE 5		
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO										ELABORO: JHL FECHA:		
											REVISO: ADP FECHA:		
	TITULO: BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA										No. PROYECTO: ERA-2003		
										No. CALC: MEM-03 IC-100	REV. A		
CORRIENTE	39	40	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51
FLUJO NORMAL MASICO(LB/H)	52445.83	28497.96	5942.30	12386.55	12386.55	5942.30	12386.55	12386.55	5942.30	5942.30	23947.87	19775.62	29890.16
FLUJO DISEÑO MASICO(LB/H)	57690.41	31347.76	6536.53	13625.21	13625.21	6536.53	13625.21	13625.21	6536.53	6536.53	26342.65	21753.18	32879.18
FLUJO NORMAL VOL. (GPM)	85.15	46.27	2825.39	25.47	25.47	11.95	25.47	25.47	11.95	11.95	38.88	32.11	48.53
FLUJO DISEÑO VOL. (GPM)	93.66	50.89	3107.93	28.01	28.01	13.15	28.01	28.01	13.15	13.15	42.77	35.32	53.38
FASE	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ
Na ₂ SO ₄ %(W/W)	0.45	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.45	0.45
METIONINA %(W/W)	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
IMPUREZAS %(W/W)	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.06
H ₂ O %(W/W)	0.48	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.48	0.48	0.48
NaOH %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO ₂ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SO ₂ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N ₂ O ₅ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ SO ₃ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AIRE %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GAS NATURAL %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRESIÓN NORM./MAX. (PISG)	4.00	0.00	7.00	24.00	14.00	1.13	0.97	0.99	1.13	1.13	24.00	19.00	19.00
TEMPERATURA NORM. / MAX. (°F)	176/178	176/178	176/178	86/88	0.98039216	130/132	100/102	100/102	70/72	70/72	176/178	176/178	176/178
SG	1.23	1.23	0.00	0.97	0.97	0.99	0.97	0.97	0.99	0.99	1.23	1.23	1.23
VISCOSIDAD (CP)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
VELOCIDAD (FT/SEG)	3.92	3.92	4200.00	3.39	3.39	2.86	3.27	3.27	2.86	2.86	3.11	3.70	3.70
Cp (BTU / LB °F)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
H (BTU/LB)	144.83	144.83	1136.90	53.25	53.25	97.57	69.73	69.73	97.57	97.57	144.83	144.83	144.83

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: FACULTAD DE QUIMICA						HOJA: 5	DE 5		
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO						ELABORO JHL	FECHA:		
							REVISO: ADP	FECHA:		
	TITULO: BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA						No. PROYECTO: ERA-2003			
						No. CALC: MEM-03 IC-100	REV. A			
CORRIENTE	52	53	54	55	56	57	57	59	60	61
FLUJO NORMAL MASICO(LB/H)	58388.12	4172.25	173.31	95.18	95.18	268.49	1773.47	73.94	3998.94	3998.94
FLUJO DISEÑO MASICO(LB/H)	64226.94	4589.48	190.64	104.70	104.70	295.34	1950.82	67.21	4398.84	4398.84
FLUJO NORMAL VOL. (GPM)	94.80	6.77	0.39	0.14	0.14	0.39	2736.49	537.29	6.33	6.33
FLUJO DISEÑO VOL. (GPM)	104.28	7.45	0.42	0.15	0.15	0.43	3010.14	488.44	6.97	6.97
FASE	LIQ	LIQ	GAS	LIQ	LIQ	LIQ	GAS	GAS	LIQ	SOL
Na ₂ SO ₄ %(W/W)	0.45	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
METIONINA %(W/W)	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMPUREZAS %(W/W)	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H ₂ O%(W/W)	0.48	0.48	0.23	0.50	0.50	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
NaOH%(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO ₂ %(W/W)	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
SO ₂ %(W/W)	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N ₂ O ₅ %(W/W)	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ SO ₃ %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
AIRE %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GAS NATURAL %(W/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	100.00	0.00	0.00
PRESIÓN NORM./MAX. (PISG)	43.00	19.00	101.00	40.00	40.00	20.00	0.00	115.21	0.23	0.00
TEMPERATURA NORM. / MAX. (°F)	176/178	176/179	1112	68/70	68/70	68/70	125/127	122/124	1112/1124	77/78
SG	1.23	1.23	0.90	1.53	1.36	1.36	0.00	0.08	1.23	1.23
VISCOSIDAD (CP)	1.00	1.00	0.85	85.00	85.00	0.85	0.80	0.65	0.93	0.45
VELOCIDAD (FT/SEG)	3.70	3.70	30.36	3.88	3.88	3.88	0.01	46.14	1.86	0.00
Cp (BTU / LB °F)	1.00	1.00	0.83	0.93	0.00	1.00	0.27	0.43	1.35	0.05
H (BTU/LB)	144.83	144.83	142.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	915.53	0.00

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	FACULTAD DE QUIMICA						HOJA:	1	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO						ELABORO	JHL	FECHA:	
	TITULO:	CALCULO DE REACCIONES						REVISO:	ADP	FECHA:	
								No. PROYECTO:	ERA-2003		
								No. CALC:	MEM-03 IC-100	REV.	A

Combustion de la metionina											
Peso Molecular	2	149		32		44		18		64	108
		$C_6H_{11}SNO_2$	+	O_2	→	CO_2	+	H_2O	+	SO_2	N_2O_5
Libras Iniciales		65									
Número de moles		0.44		3.93		2.18		2.40		0.44	0.218
Libras Finales		65	4.36	126		95.97		43			24
Balance			191						191	28	
Para el lavado de los gases											
	1	64		40	→	126		18			
		SO_2	+	$NaOH$		Na_2SO_3	+	H_2O			
Libras Iniciales		28									
Número de moles		0.44		0.87		0.44		0.44			
Libras Finales		28	1.31	34.90		54.97		7.85235			
Balance			62.82				62.82				
	1	108		40	→	85		18			
		N_2O_5	+	$NaOH$		$NaNO_3$	+	H_2O			
Libras Iniciales		24									
Número de moles		0.22		0.436		0.436		0.218			
Libras Finales		24	0.65	17.45		37.08		3.92617			
Balance			41.007				41.007				
LIBRAS TOTALES PARA EL LAVADO DE SOSA			52.35 Lb / h								
SOLUCION SOSA AL 50% w/w			52.35 NaOH								
DENSIDAD SOSA AL 50% @ 20°C			52.35 H ₂ O								
VOLUMEN			104.70 Lb / h								
			1.5253 g / cm ³ <small>Perry's Chemical Engineers' Handbook Seventh Edition 2-105</small>								
			95.224 Lb / ft ³								
			1.0995 ft ³								
			31.137 L								
			1868.2 L / MIN								
OXIGENO REQUERIDO PARA QUEMAR LA METIONINA:			126 Lb / h								
TOMANDO EN CUENTA QUE EL AIRE SE COMPONE DE:											
N ₂ 79%											
O ₂ 21%											
126 →			21%								
600 ←			100%								
POR LO TANTO SE REQUIEREN DE 600 LBS DE AIRE PARA QUEMAR 65 LBS DE METIONINA											
ADEMAS PARA QUEMAR GAS NATURAL											
EL GAS NATURAL ESTA COMPUESTO POR:											
CH ₄		88.139									
C ₂ H ₆		10.069									
C ₃ H ₈		0.443									
nC ₄ H ₁₀		0.019									
iC ₄ H ₁₀		0.008									
N ₂		1.036									

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	FACULTAD DE QUIMICA	HOJA:	1	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO:	JHL	FECHA:	
	TITULO:	REACCIONES TRATAMIENTO TÉRMICO	REVISÓ:	ADP	FECHA:	
			No. PROYECTO:	ERA-2003		
			No. CALC:	MEM-03 IC-100	REV. A	

Calor requerido para llevar a cabo la combustión																	
	2	$C_5H_{11}SNO_2$	+	18	O_2	→	10	CO_2	+	11	H_2O	+	2	SO_2	+	1	N_2O_5
Libras iniciales		65			3.93			2.2			2.40			0.44			0.22
Numero de moles		0.44		4.36				3.93			2.40			0.44			0.22
Balance		65		190.64				95.97			43.19			27.92			23.56
					125.64						190.64						

DH _f	$H_2O_{(g)}$	-57.8	=	-635.8
DH _f	CO_2	-94.1	=	-941
DH _f	SO_2	-70.9	=	-141.8
DH _f	N_2O_5	2.5	=	2.5
DH _f	$C_5H_{11}SNO_2$	-180.28	=	360.56
	DH _f		=	-1355.54 kcal/mol

$$\frac{1 \text{ mol}}{179 \text{ lb}} * \frac{1355.54}{1 \text{ mol}} * \frac{1802 \text{ Btu}}{1 \text{ kcal}} = 16,393.85 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$$

$$Q = 16394 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}} * 82 \text{ lb} = 1.07 \text{E}+06 \text{ Btu}$$

$$Q = 1.34 \text{E}+06 \text{ Btu}$$

Considerando que el Gas Natural tiene un poder calorífico de

$$Q = mPC \quad 1000 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^3}$$

$$m = \frac{Q}{PC}$$

$$m = \frac{1.36 \times 10^6 \text{ Btu}}{1000 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^3}}$$

$$m = 1344.30 \text{ ft}^3$$

$$m = 1344.30 \text{ ft}^3 * \frac{0.050 \text{ lb}}{\text{ft}^3} =$$

$$m = 67 \text{ lb de GN}$$

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	FACULTAD DE QUIMICA		HOJA:	1	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO		ELABORO	JHL	FECHA:	
	TITULO:	REACCIONES TRAT. TÉRMICO		REVISO:	ADP	FECHA:	
				No. PROYECTO:			
				No. CALC:	MEM-03 IC-100	REV.	A

Tomando en consideración que el gas natural tiene la siguiente composición para el Gas Natural

	CH4	88.139							
	C2H6	10.069							
	C3H8	0.443							
	nC4H10	0.019							
	iC4H10	0.008							
	N2	1.036							

Para el metano

	16.05		2X16.0		2X14.01		44.01		18.02		2X14					
	16.05		32		28.02		44.01		18.02		28					
	CH4	+	2.4	O2	+	9.03	N2	→	1	CO2	+	2	H2O	+	9.03	N2
entre 16	16.05		76.80		253.02		44.01		36.04		252.84					
	1		4.79		15.76		2.74		2.25		15.75					

20.55 kg de aire/kg de combustible

Para el etano

	30		2X16.0		2X14.01		44.01		18.02		2X14					
	30		32		28.02		44.01		18.02		28					
	C2H6	+	3.5	O2	+	13.16	N2	→	2	CO2	+	3	H2O	+	13.16	N2
entre 30	30		112.00		368.74		44.01		54.06		368.48					
	1		3.73		12.29		1.47		1.80		12.28					

16.02 kg de aire/kg de combustible

Ahora si tomamos que el Gas natural esta compuesto por

	GN		Aire		
	CH4	90%	18.49		
	C2H6	10%	1.60		
	Total =		20.10	kg de aire/kg de combustible	
			1350.82	libras de aire para combustible	
			600	libras de aire para metionina	
			1950.82	libras de aire totales	

6.5 Descripción funcional del proceso

Este documento tiene como finalidad permitir el conocimiento de las características fundamentales del proceso para facilitar su diseño y la interpretación de los diagramas de flujo correspondientes. La participación de diversos profesionales de las diferentes ramas de la ingeniería, como son: químicos, mecánicos, electricistas, civiles etc., utilizarán este documento como guía y soporte para la interpretación del diagrama de flujo de proceso y lograr un total entendimiento.

El contenido de este documento incluye la información de procesos relevantes, haciendo hincapié en aquella que se refiere a características y condiciones de operación de los equipos, así como a aspectos que se consideran de utilidad para la operación. Los lineamientos generales que este documento sigue son los siguientes:

- I. *Secuencia:* La descripción del proceso sigue la secuencia normal del flujo de corrientes señaladas en los diagramas de flujo de procesos DFP-ERA-2003-1, DFP-ERA-2003-2, así como en el diagrama de servicios auxiliares DSA-ERA-2003-1.
- II. *Denominación de equipos:* El nombre que se utilizó para la descripción de los equipos involucrados, así como sus características coinciden con la nomenclatura utilizada en las listas del equipo.
- III. *Información principal:* Se muestran los elementos principales del presente trabajo como son: objetivo de la planta, capacidad de producción, operación, alimentación y productos.
- IV. *Desarrollo de la descripción:* El procesos ha sido descrito independientemente de acuerdo con la lista de áreas de la planta pero indicando la interrelación que existe entre ellas.

Basada en los lineamientos generales descritos anteriormente, a continuación se presenta la descripción del proceso de la planta a partir de la descarga de la segunda cristalización del proceso de producción de Metionina.

- I. La planta de sulfato de sodio tiene como objetivo evitar la contaminación del medio ambiente por el agua residual que se obtiene como filtrado en la segunda cristalización del proceso de obtención de Metionina.
- II. Características de la descarga. El volumen de esta descarga depende de la producción de Metionina- La composición es constante. Tomando como base la capacidad de producción 8,000 TPA de Metionina, se generan los siguientes resultados:

COMPONENTE	FÓRMULA QUÍMICA	PRODUCCIÓN Lb	COMPOSICIÓN %
Sulfato de Sodio	Na ₂ SO ₄	2240.98	28
Metionina	C ₅ H ₁₁ SNO ₂	91.02	1.14
Impurezas	-----	335.16	4.18
Agua	H ₂ O	5336.45	66
Total	-----	8003.61	100

PH.	6.5
Temperatura	104°F

III. Proceso

El proceso de tratamiento del filtrado de la segunda cristalización de Metionina consiste en la separación del Sulfato de sodio por evaporación y condensación del agua y de la oxidación de la materia orgánica.

El proceso inicia con la alimentación a un tren de evaporación, el cual consta de tres evaporadores verticales de tubos conectados en serie con flujo a contracorriente, donde se concentrará la solución hasta un 33% de sólidos.

En un principio, la corriente se acumula en un tanque de almacenamiento AV-101; después es enviada por medio de la bomba P1-101 a un tren de evaporación para que la solución se concentre hasta llegar al 33%. Inicialmente, la corriente se precalienta en el intercambiador de calor IC-100 y de este pasa, por medio de la Bomba Centrífuga P-101 al Evaporador Vertical IC-103 (corriente 1) hasta una evaporación del 6% aproximadamente del contenido de agua que ingresó y a una temperatura de 113°F y una presión absoluta de 1.96 lb/in² que contiene el 28% de Sulfato de sodio y el 1% de Metionina. La corriente resultante es bombeada al Evaporador Vertical IC-102 por medio de la Bomba Centrífuga P-103, donde se llevara a cabo una segunda evaporación del orden de 6%. Este evaporador opera a una temperatura de 129 °F y con una presión absoluta de 2.18 lb/in²; posteriormente, se lleva la corriente resultante al tercer efecto de evaporación hacia el Evaporador Vertical de tubos IC-103, por medio de la Bomba Centrífuga P-101, en la cual se evapora el 6% de la cantidad inicial de agua, concentrando así la solución hasta un 33% de sólidos durante toda la etapa de evaporación. Las condiciones de evaporación en cada etapa se logran mediante la operación del eyector EY-101, el cual provee de vacío a los tres evaporadores; los condensados producidos por los tres evaporadores son almacenados en el tanque de almacenamiento de condensados V-102.

El licor concentrado se envía con la Bomba Centrífuga P-104 al Tanque de Almacenamiento VA-103, para llegar posteriormente a la etapa de cristalización por medio de una Cristalización de tiro forzado, el cual consta de un intercambiador de calor IC-104 que hace la operación de llevar este licor hasta su ebullición y, por medio de un flasheo y de recirculación con ayuda de la Bomba Centrífuga P-101, se concentra esta solución para obtener así los cristales de sulfato de sodio.

La cristalización se lleva a cabo bajo condiciones de vacío proporcionado por el eyector EY-102 con ayuda de los condensadores barométricos IC-107, IC-108, a temperatura 176°F y una presión absoluta de 7 lb/in². El servicio de calentamiento para los evaporadores es mediante vapor de baja, en el cual alcanza una temperatura de ebullición de la solución.

La corriente que sale del cristalizador se envía hasta la centrífuga CF-101. Los cristales centrifugados se envían por gravedad al Incinerador Rotatorio EC-101 donde se llevará a cabo la eliminación de la Metionina.

La incineración consiste en realizar un tratamiento térmico mediante un gas caliente, tal como aire caliente alimentado en contracorriente al incinerador. Con el fin de asegurar una buena distribución del calor, se toman las medidas desde el punto de vista de aislamiento térmico y homogeneidad en el interior del incinerado, con una disminución progresiva y regular de la temperatura en la parte de la salida de este equipo.

Se lleva al Sulfato de sodio a purificar a una temperatura comprendida prácticamente entre 1112°F (842°C), ya que, por una parte, hay que evitar que el Sulfato de sodio se funda, fenómeno que comienza a aparecer a los 1112°F. Por otra parte, por razones económicas y tecnológicas, es interesante mantener una temperatura suficientemente elevada igual a 1022°C.

La función de sistema es seleccionar el producto terminado que reúna las condiciones de tamaño y calidad de partículas deseado (6-16 mesh).

Los gránulos calientes son llevados por la banda transportadora TR-101 hacia la base del elevador de cangilones TR-102, donde se depositan en el Silo de Almacenamiento AV-106 para su posterior ensacado o como producto a granel.

El producto obtenido se presenta en forma de polvo blanco y de blancura al menos igual al 90% de la del carbonato de magnesio como polvo de referencia. El producto obtenido se envasa y almacena para su venta mediante sacos y en tarimas, y el producto a granel por medio de un cargador frontal.

En la combustión de la materia orgánica presente en el filtrado en consideración, el carbono molecular se transforma a bióxido de carbono CO_2 , el azufre de la Metionina y sus fracciones se oxida a dióxido de azufre SO_2 y el nitrógeno del radical amina se convierte en el anhídrido correspondientes N_2O_5 .

Los gases tóxicos de la incineración se eliminan de las emisiones a la atmósfera con un lavador de gases, el cual se abastece de una solución de sosa (NaOH) al 16% en peso para llevar a cabo la transformación química correspondiente y así obtener los residuos de Na_2SO_3 y Na_2NO_3 los cuales se llevan a almacenamiento de residuos para su tratamiento.

Generación de vapor

El vapor requerido en la planta es para el calentamiento de la solución hasta su punto de ebullición en los diferentes equipos de intercambio de calor, venas de calentamiento en tuberías.

El arranque de la caldera será por medio de gas LP, suministrado por el tanque de almacenamiento. El agua será suministrada a la caldera de un tanque de almacenamiento colocado en el área de servicios auxiliares, a una presión de 125 lb/in^2 (8.8 kg/cm^2), previamente tratada por un sistema de suavizador de agua con el objeto de eliminar el Calcio y el Magnesio que confieren dureza y con esto evitar incrustaciones en los tubos de la caldera. Además contará con un sistema de suministro y almacenamiento de combustible.

Suministro de Gas

El suministro de gas LP exterior a la planta es por carro-tanque al tanque de almacenamiento, el cual alimenta a la línea de encendido del horno EC-101 a la línea de la caldera y a los calentadores de la enfermería y baños a una presión de 99.5634 lb/in^2 (7 kg/cm^2) y una temperatura de 77°F (25°C).

Generación de aire

El aire de instrumentos y servicios auxiliares será suministrado por el compresor del tipo tornillo no lubricado, enfriado por agua. El aire, a la salida del compresor, será descargado en el tanque amortiguador de aire. De este tanque se alimenta una línea de aire para servicios y otra línea para aire de instrumentos conectada a una secador de aire, del tipo refrigerativo. El objetivo de tener aire seco es el de proteger de la humedad a todos los instrumentos accionados reumáticamente.

Combustible

El sistema de combustible suministra la cantidad necesaria para la generación de vapor de caldera. El sistema de descarga es por medio de la conexión de la pipa de transporte, equipado con bomba hacia el tanque de almacenamiento, el cual consta de un sistema de calentamiento opcional, por medio de un intercambiador de calor, tipo bayoneta. El sistema de reclamo es por medio de dos bombas hacia la caldera.

Agua de proceso y servicios auxiliares

El agua de servicios es almacenada en la cisterna de la planta y bombeada a la red de distribución por medio de las bombas correspondientes, para ser distribuida a filtros, caldera, oficinas, estaciones de servicios, etc.

Agua contra incendios y sistemas de seguridad

El sistema consta de dos bombas centrifugas y una bomba de emergencia impulsada por motor de combustión. Alimentada con agua cruda de la cisterna. El agua es distribuida hacia la red de agua de protección contra incendio. Esta red considera *raisers* y *sprynlers* de bulbo para el accionamiento y distribución del agua sobre las áreas a proteger.

6.6 Filosofías básicas de operación

En este documento se contemplan los factores controlantes del proceso. Un contenido típico de este documento es el siguiente:

- I. Variables de operación y control de procesos: Se describe el efecto de las variables (presiones, flujos, temperaturas, niveles, relaciones de flujo, etc.) condiciones básicas del proceso y equipos principales, de acuerdo al diagrama de flujo de procesos.
- II. Operaciones anormales: Se contemplan los efectos que se pueden tener en la operación de la planta al salir un equipo fuera de servicio, la acción correctiva a implementar las condiciones de la planta a la falta de algún equipo.
- III. Procedimientos de operación especial: Se describen sistemas, secciones y equipos para los cuales se requiere un procedimiento de operación especial.
- IV. Requerimientos de control analítico: Describe las recomendaciones para el control de especificaciones de productos y alimentaciones de la planta.

En seguida, se describen las filosofías básicas de operación consideradas para el presente trabajo.

El objetivo fundamental de este proyecto fue implementar una sección de recuperación de sulfato de sodio (Na_2SO_4) contenido en el agua residual generada del filtrado de la segunda cristalización del proceso de producción de Metionina, para evitar la contaminación del ambiente.

A. Variables de operación y control de procesos

I. Arranque

Antes de iniciar la operación de la planta se deberá verificar que las conexiones del equipo y la posición del actuador de las válvulas de control sean de acuerdo al diagrama de flujo de procesos; purgar todas las líneas y equipos, así como verificar que los servicios requeridos se encuentren disponibles. El proceso se controlará y monitoreará a través de una red de control distribuido, por lo que al realizar la prueba de inicio se deberá verificar que todos los instrumentos de control funcionen correctamente.

La operación se inicia bombeando solución de Sulfato de sodio al 28%, corriente residual de la producción de Metionina, utilizando la bomba P-101, inundando el circuito que comprende, desde los tres efectos de evaporación, pasando por el calentador IC-100 hasta llegar al cristalizador CZ-101; las bombas P-102, P-103 y P-104 se mantienen apagadas. El flujo de alimentación pasará a través de las desviaciones de flujo con que cuenta cada una de las bombas anteriores. Cuando el flujo llega al cristalizador, la bomba de recirculación P-106 se encenderá. Posteriormente, se arranca el Eyector EY-101; luego se estabiliza la presión de vacío requerida en cada efecto de evaporación y en el cristalizador, y se arrancan las bombas P-102/103/104 y P-105. Esta última mandará la suspensión dentro del tanque de balance VA-103; cuando el volumen de la suspensión dentro del tanque alcance el nivel inferior, el agitador AFA-102 comienza a funcionar, así como la traza de vapor, con el fin de mantener homogénea la suspensión. Cuando se alcanza el nivel superior del tanque de balance, la bomba P-105 envía la suspensión a la centrifuga CF-101, la cual operará durante 1 hora; posteriormente, los cristales de Na_2SO_4 se transfieren por gravedad al horno rotatorio, con un tiempo de residencia de una hora. Los gases de combustión generados se envían a la torre de lavado DA-101, en la cual previamente se envió a contra corriente una solución de NaOH al 16% en peso, utilizando la bomba centrifuga P-108. La corriente de NaOH residual se envía a su posterior tratamiento.

II. Tren de evaporadores EA-101/102/103

Flujo

El flujo alimentado al evaporador IC-103 es controlado por un medidor de flujo en línea a la descarga de la bomba P-101. A la descarga de la bomba, se colocará una válvula de no retorno para evitar que el flujo se regrese.

Presión

La presión de vacío de cada evaporador se generará con vapor de baja en el eyector EY-101. La línea de vapor que proveerá el servicio se encuentra controlada con una válvula de vapor, la cual regula la cantidad de vapor requerido para alcanzar las presiones de diseño en cada equipo. Cada evaporador estará equipado con un medidor de presión, el cual estará conectado a la válvula de vapor.

Temperatura

La descarga de cada evaporador estará equipada con un medidor indicador de temperatura comunicado con el medidor de presión.

III. Cristalizador CZ-101 y Tanque FA-101

El cristalizador es un sistema integrado por una bomba, un calentador en donde se llevará a cabo el flasheo de la corriente, y un condensador para el vapor separado de la corriente a tratar.

Flujo

El flujo alimentado al cristalizador CZ-101 se envía a través de la bomba P-105. La corriente que se descarga del cristalizador se envía a través de la bomba P-106 a la centrífuga CF-101, la cual se encuentra instrumentada con medidores de nivel alto y bajo. Cuando el volumen dentro de la centrífuga alcance el nivel del líquido superior, la bomba P-105 se apagará.

Presión

La presión de vacío dentro del cristalizador es generada por vapor de media en el eyector EY-102. El cristalizador cuenta con un medidor de presión, el cual se encuentra conectado a la válvula de vapor alimentado al eyector EY-102.

Temperatura

La corriente a cristalizar debe pasar por un calentador con vapor de baja de servicio. La temperatura de la corriente de salida de este equipo estará controlada por un medidor de temperatura, el cual estará controlado por un medidor indicador de temperatura, el que estará conectado a la válvula de vapor que regula la cantidad de servicio alimentado al Intercambiador. A mayor cantidad de vapor de servicio suministrado, la temperatura de la corriente de proceso aumentará.

IV. Centrífuga CF-101 y horno rotatorio EC-101

Flujo

La corriente de proceso que se descarga del tanque del cristalizador se envía a través de la bomba P-106 hasta la centrífuga CF-101 cuyo tiempo de residencia es de una hora. Posteriormente, por gravedad, se envía al horno rotatorio EC-101.

El horno rotatorio opera de forma indirecta, utiliza los gases de combustión como medio de calentamiento para secar los cristales de Na_2SO_4 , por lo que la velocidad de los gases de combustión será controlada entre 0.5 pies/segundo a 10 pies/segundo con un tiempo de residencia recomendable de una hora.

Presión

La centrífuga CF-101 operará a presión atmosférica. El horno rotatorio tendrá un medidor indicador de presión para descargar los gases de combustión generados.

Temperatura

El horno rotatorio EC-101 deberá tener un medidor de temperatura para controlar que el medio de calentamiento indirecto no funda los cristales de Na_2SO_4 .

Concentración

El producto descargado del horno rotatorio, se analizará analíticamente en el laboratorio de control de calidad para corroborar que la concentración de Na_2SO_4 se encuentra dentro de la especificación.

V. Columna de Lavado de Gases de Combustión DA-101

Flujo

La columna de lavado DA-101 cuenta con un medidor indicador de nivel alto y bajo, los cuales controlarán el flujo de las bombas P-108. La bomba P-108 es la encargada de suministrar la solución de NaOH al 16% en peso, utilizada para lavar los gases de combustión y transformarlos químicamente a los productos correspondientes de NO_x y SO_x . La corriente de NaOH será alimentada por el domo de la columna para establecer un flujo a contracorriente con respecto a los gases de combustión.

La columna está empacada para aumentar el área de transferencia de masa y así obtener un rendimiento del 99% en la transformación química correspondiente.

Temperatura

La descarga de la bomba P-108 contará con un medidor indicador de temperatura para verificar que la solución de lavado entre a la columna a la temperatura de diseño.

B. Operaciones anormales

En este tipo de operaciones se consideran aquellas situaciones en las cuales la planta continuará operando, no obstante que algún equipo de proceso salga de operación.

En el caso de que algún equipo del proceso se tenga que sacar de la operación por falla, la planta, como se indicó anteriormente, cuenta con tanques de almacenamiento intermedios, *buffers*, que permiten mantener, parar o reducir la velocidad de producción permitiendo la reparación o cambio del equipo dañado. En caso de que la reparación sea mayor, se procederá al paro total de la planta.

En caso de falla del horno, las bombas de alimentación al cristizador se detendrán hasta que se restablezca la condición de encendido en el horno, se almacena el producto en el tanque AV-103.

A la falla del suministro eléctrico, la planta se detendrá totalmente. Al restablecerse el suministro, primeramente se, restablecerán los arrancadores de los equipos de proceso y el cuarto de control de proceso; posteriormente, se arrancarán el equipo de control a secuencia inversa del sentido de flujo del producto. Esto es, primero se arrancará el sistema de producto terminado, luego el de incineración, y así sucesivamente hasta arrancar el sistema de evaporación inicial. Una vez que el equipo se encuentre energizado, se procederá a iniciar la secuencia de arranque desde el tablero de control y se continuará monitoreando hasta estabilizar el proceso lo más rápido posible.

C. Requerimientos de control analítico

La parte importante a controlar en el proceso son los niveles de concentración. Debido a las operaciones de evaporación y cristalización, dicho control se lleva a cabo en los tanques de flasheo, los cuales son controlados, a su vez, por medidores de temperatura. Por lo tanto, se recomienda efectuar también lecturas frecuentes de

temperatura y presión en forma local, así como mediciones de concentraciones de la solución, para evitar una mal operación e ineficiencia en la evaporación y cristalización adicionales.

El análisis de las materias primas, en este caso, de la corriente de la segunda filtración de la cristalización de la Metionina, es una práctica recomendada para mantener la calidad del producto final y evitar contaminaciones. Los análisis de los atributos de calidad del producto final, como son: densidad, análisis de malleo, pH, color, olor, etc., serán obligatorios y con la frecuencia necesaria para asegurar el cumplimiento de los criterios de calidad.

Se recomienda, para la determinación del tamaño de partículas, el análisis de tamizado, el cual se puede realizar en un equipo *Fisher Wheeler*. Este equipo de fácil operación y mínimo mantenimiento, proporciona un movimiento horizontal mientras un dispositivo lo golpea en el fondo. La agitación dura entre diez y veinte minutos, posteriormente se retiran los tamices y se pesa el material contenido en cada uno de ellos.

6.7 Lista de equipo

Este documento se prepara en forma preliminar durante el desarrollo de la ingeniería básica. Debe contener todos los equipos que intervienen en el proceso de una forma ordenada. El contenido es:

- ❖ Clave del equipo
- ❖ Descripción del equipo
- ❖ Área a la que pertenece el equipo
- ❖ Revisión en la que se emite el documento.

Esta lista será actualizada durante el desarrollo de la ingeniería de detalle.

Para generar este documento, en paralelo, se generará un documento denominado “Lista de Áreas”, en el cual se incluyen las áreas en las cuales se dividirá el proceso. Esta división puede ser por planta, proceso, departamento, función, etc. Este documento debe ser definido junto con el cliente según sus requerimientos. Para el presente trabajo se considerará la división de áreas por proceso.

A continuación, se enlista la nomenclatura usada en el presente trabajo para la identificación del equipo, por lo cual, la coordinación de este documento es de suma importancia al inicio del desarrollo de la ingeniería básica, ya que el nombre con el cual se ha denominado el equipo será su identificación permanente.

La lista de áreas utilizada para la codificación del equipo de proceso y eléctrico del presente trabajo se define a continuación. La clasificación de las áreas se basa, principalmente, en la parte de proceso que se realiza y sigue la línea de elaboración del producto. Esto es, a partir de la llegada de materia prima hasta el producto terminado y, posteriormente, los servicios auxiliares requeridos.

Es importante mencionar que las áreas en que se dividen los proyectos dependen de su complejidad y de las políticas de la compañía y/o licenciador para identificar con facilidad sus equipos.

La asignación de la clave del equipo depende de cada compañía de ingeniería y de cada cliente, por lo que aún los textos difieren en su criterio. Sin embargo, normalmente, la clave del equipo consta de sus dos partes, una alfabética y otra numérica. La parte alfabética de la clave se define con la primera letra del nombre genérico del equipo; la parte numérica se conforma de dos partes: el primer dígito es el área a la que pertenece el equipo, el segundo y tercer dígitos son el orden secuencial que los equipos tienen en el proceso.

Los equipos eléctricos, como Centros de Control de Motores (CCM) y otros equipos mayores tienen asignados los números del equipo para facilitar su control. Cuando se tiene equipos formados por muchas piezas, se suele dar un número de equipo a las piezas mayores.

La clasificación utilizada en el presente trabajo sigue la siguiente nomenclatura como base.

La planta se divide de las siguientes áreas:

Número de área	Descripción	Plano
01	Oficinas y servicios administrativos	AP-ERA-2003-1
02	Producción	AP-ERA-2003-1
02 A	Oficina de producción	AP-ERA-2003-1
02 B	Evaporación	AP-ERA-2003-1
02 C	Primer sistema de vacío	AP-ERA-2003-1
02 D	Cristalización	AP-ERA-2003-1
02 E	Segundo sistema de vacío	AP-ERA-2003-1
02 F	Incineración	AP-ERA-2003-1
02 G	Sistema de lavado de gases y centrifugación	AP-ERA-2003-1
03	Laboratorio	AP-ERA-2003-1
03 A	Elaboración de reportes	AP-ERA-2003-1
03 B	Zona de trabajo (3 mesas)	AP-ERA-2003-1
03 C	Campana de flujo laminar	AP-ERA-2003-1
03 D	Otros servicios (lavado, autoclave y refrigerador)	AP-ERA-2003-1
04	Almacén zona de carga y descarga	AP-ERA-2003-1
04A	Almacén de material	AP-ERA-2003-1
04B	Almacén de producto terminado	AP-ERA-2003-1
04C	Recepción de embarques y sala de espera	AP-ERA-2003-1
04C	Zona de carga y descarga de materia y producto	AP-ERA-2003-1
05	Pasillo de servicios auxiliares	AP-ERA-2003-1
05 A	Subestación eléctrica	AP-ERA-2003-1
05 B	Sistema de aire para instrumentos	AP-ERA-2003-1
05 C	Calderas de generación de vapor	AP-ERA-2003-1
05 D	Sistema de purificación de agua	AP-ERA-2003-1
05 E	Taller general de mantenimiento	AP-ERA-2003-1
05 F	Baños y vestidores	AP-ERA-2003-1
05 G	Zona de contratistas	AP-ERA-2003-1
06	Seguridad industrial	AP-ERA-2003-1
06 A	Oficina de seguridad industrial	AP-ERA-2003-1
06 B	Control (entrada y salida a la planta)	AP-ERA-2003-1
06 C	Estacionamientos	AP-ERA-2003-1
06 D	Capacitación	AP-ERA-2003-1
07	Áreas verdes, calzadas y pasillos	AP-ERA-2003-1
07 A	Áreas verdes	AP-ERA-2003-1
07 B	Calzadas	AP-ERA-2003-1
07 C	Pasillos	AP-ERA-2003-1
08	Comedor	AP-ERA-2003-1
09	Enfermería	AP-ERA-2003-1

Esta lista se encuentra a continuación:

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 2
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORÓ: JHL FECHA:
	LISTA DE EQUIPO	REVISÓ: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-24 LE	REV. A

DE ACUERDO COMO APARECEN EN EL DIAGRAMA DE FLUJO

DESCRIPCION	TAG	SERVICIO	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
TANQUE	<u>AV-101</u>	TANQUE DE ALIMENTACION DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO 28%	DIAMETRO OD: 1082 mm LONGITUD T-T: 2850 mm MATERIAL: SS316 L
AGITADOR	<u>AVV-101</u>	AGITADOR	RPM: 1500 RPM HP: 1.5 (3kW) MATERIAL: SS316 L
BOMBA	<u>P-101</u>	BOMBA DE ALIMENTACION DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO	CA PACIDAD: 20 GPM DESCARGA: 3 BAR RPM: 1750 HP: 1 (0.75kW)
INTERCAMBIADOR DE CALOR	<u>IC-100</u>	PRECALENTAMIENTO DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO	DIAMETRO OD: 304 mm LONGITUD T-T: 213 mm MATERIAL: SS316 L
TANQUE	<u>FV-101</u>	TANQUE FLASH	DIAMETRO OD: 1218 mm LONGITUD T-T: 2746 mm MATERIAL: SS316 L
INTERCAMBIADOR DE CALOR EVAPORADOR VERTICAL	<u>IC-101</u>	EVAPORACION DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO	DIAMETRO OD: 304 mm LONGITUD T-T: 213 mm MATERIAL: SS316 L
TANQUE	<u>AV-102</u>	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONDENSADOS	DIAMETRO OD: 1088 mm LONGITUD T-T: 3000 mm MATERIAL: SS316 L
BOMBA	<u>P-102</u>	BOMBA DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO	CA PACIDAD: 20 GPM DESCARGA: 3 BAR RPM: 1750 RPM HP: 1 (0.75kW)
TANQUE	<u>FV-102</u>	TANQUE FLASH	DIAMETRO OD: 1218 mm LONGITUD T-T: 2746 mm MATERIAL: SS316 L
INTERCAMBIADOR DE CALOR EVAPORADOR VERTICAL	<u>IC-102</u>	EVAPORACION DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO	DIAMETRO OD: 304 mm LONGITUD T-T: 213 mm MATERIAL: SS316 L
BOMBA	<u>P-103</u>	BOMBA DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO	CA PACIDAD: 20 GPM DESCARGA: 3 BAR RPM: 1750 RPM HP: 1 (0.75kW)
TANQUE	<u>FV-103</u>	TANQUE FLASH	DIAMETRO OD: 1218 mm LONGITUD T-T: 2746 mm MATERIAL: SS316 L
INTERCAMBIADOR DE CALOR EVAPORADOR VERTICAL	<u>IC-103</u>	EVAPORACION DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO	DIAMETRO OD: 304 mm LONGITUD T-T: 213 mm MATERIAL: SS316 L
BOMBA	<u>P-104</u>	BOMBA DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO	CA PACIDAD: 20 GPM DESCARGA: 3 BAR RPM: 1750 RPM HP: 1 (0.75kW)
INTERCAMBIADOR DE CALOR CONDESADOR BAROMETRICO	<u>IC-104</u>	CONDENSACION DE SODIO	DIAMETRO OD: 304 mm LONGITUD T-T: 213 mm MATERIAL: SS316 L
INTERCAMBIADOR DE CALOR CONDESADOR BAROMETRICO	<u>IC-105</u>	CONDENSACION DE SODIO	DIAMETRO OD: 304 mm LONGITUD T-T: 213 mm MATERIAL: SS316 L
EJECTOR	<u>EY-101</u>	SISTEMA DE VACIO	DIAMETRO OD: 304 mm LONGITUD T-T: 213 mm MATERIAL: SS316 L
TANQUE	<u>AV-103</u>	TANQUE DE ALIMENTACION DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO 33%	DIAMETRO OD: 1082 mm LONGITUD T-T: 3000 mm MATERIAL: SS316 L

DESCRIPCIÓN	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	2	DE	2
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO	JHL	FECHA:	
	TITULO:	LISTA DE EQUIPO	REVISO:	ADP	FECHA:	
			No. PROYECTO:	ERA-2003		
			No. CALCULO:	MEM-24 LE	REV. A	
DE ACUERDO COMO APARECEN EN EL DIAGRAMA DE FLUJO						
DESCRIPCION	TAG	SERVICIO	CARACTERISTICAS PRINCIPALES			
AGITADOR	AVV-102	AGITADOR	RPM:	1500	RPM	
			HP:	1.5	(3kW)	
			MATERIAL:	SS316 L		
BOMBA	P-101	BOMBA DE ALIMENTACION DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO	CAPACIDAD:	20	GPM	
			DESCARGA:	3	BAR	
			RPM:	1750	RPM	
			HP:	1	(0.75kW)	
INTERCAMBIADOR DE CALOR EVAPORADOR VERTICAL	IC-106	EVAPORACION DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO	DIAMETRO OD:	304	mm	
			LONGITUD T-T:	213	mm	
			MATERIAL:	SS316 L		
TANQUE	CZ-101	CRISTALIZADOR	DIAMETRO OD:	1082	mm	
			LONGITUD T-T:	3000	mm	
			MATERIAL:	SS316 L		
BOMBA	P-106	BOMBA DE RECIRCULACION DESOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO	CAPACIDAD:	20	GPM	
			DESCARGA:	3	BAR	
			RPM:	1750	RPM	
			HP:	1	(0.75kW)	
CENTRIFUGA	CF-103	CENTRIFUGA DE OBTENCION DE CTRISTALES DE SULFATO DE SODIO	CAPACIDAD:	20	GPM	
			DESCARGA:	3	BAR	
			RPM:	1750	RPM	
			HP:	1	(0.75kW)	
INTERCAMBIADOR DE CALOR CONDESADOR BAROMETRICO	IC-107	CONDENSACION DE SODIO	DIAMETRO OD:	304	mm	
			LONGITUD T-T:	213	mm	
			MATERIAL:	SS316 L		
INTERCAMBIADOR DE CALOR CONDESADOR BAROMETRICO	IC-108	CONDENSACION DE SODIO	DIAMETRO OD:	304	mm	
			LONGITUD T-T:	213	mm	
			MATERIAL:	SS316 L		
EJECTOR	EY-102	SISTEMA DE VACIO	DIAMETRO OD:	304	mm	
			LONGITUD T-T:	213	mm	
			MATERIAL:	SS316 L		
INCINERADOR ROTATORIO	EC-101	INCINERACION DE METIONINA	DIAMETRO OD:	3000	mm	
			LONGITUD T-T:	1082	mm	
			LONGITUD T-T:	1E+06	BTU	
			MATERIAL:	SS316 L		
SOPLADOR	CF-103	SOPLADOR DE AIRE PARA COMBUSTION	CAPACIDAD:	20	GPM	
			DESCARGA:	3	BAR	
			RPM:	1750	RPM	
			HP:	1	(0.75kW)	
TANQUE	PV-101	TANQUE PRESURIZADO PARA ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE GAS NATURAL	DIAMETRO OD:	1082	mm	
			LONGITUD T-T:	2850	mm	
			MATERIAL:	SS316 L		
TORRE	DC-101	TORRE LAVADORA DE GASES DE COMBUSTIÓN	DIAMETRO OD:	382	mm	
			LONGITUD T-T:	764	mm	
			MATERIAL:	SS316 L		
TANQUE	AV-103	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SOSA CAUSTICA PARA EL LAVADO DE GASES DE COMBUSTION	DIAMETRO OD:	860	mm	
			LONGITUD T-T:	2345	mm	
			MATERIAL:	SS316 L		
BOMBA	P-SOS	BOMBA DE ALIMENTACION DESOLUCIÓN DE SOSA CAUSTICA AL 50%	CAPACIDAD:	21	GPM	
			DESCARGA:	3	BAR	
			RPM:	1750	RPM	
			HP:	1	(0.75kW)	
TRANSPORTADOR	BE-101	TRANSPORTADOR NEUMATICO DE CRISTALES DE SULFATO DE SODIO	DIAMETRO OD:			
			LONGITUD T-T:			
			MATERIAL:			
SILO	AV-106	SILO DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES	DIAMETRO OD:	2162	mm	
			LONGITUD T-T:	6000	mm	
			MATERIAL:	SS316 L		
DESCRIPCION		ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
		JHL	ADP	JURADO	A	

6.8 Arreglo de equipo.

Una vez que se dispone de información sobre las características y dimensiones de los equipos que integran la planta, puede procederse a la elaboración del plano de localización. Éste representa vistas en la planta de los equipos, edificios estructuras obedeciendo a la secuencia del flujo establecida en el diagrama de proceso y a la conveniencia de distribución para facilitar la operación de la planta; al mismo tiempo deberán preverse facilidades para el montaje de equipos y para el mantenimiento de los mismos. En la distribución, deberán considerarse las necesidades que se presentarán en la etapa de ingeniería de detalle, y el arreglo relativo de los equipos obedecerá a las normas establecidas de seguridad.

El plano de localización de equipos es de amplia utilización en el diseño de instalaciones subterráneas y cimentaciones dentro de la fase de ingeniería de detalle. En general, constituye un documento fundamental del proyecto.

El diagrama de localización de equipo general o *Plot Plan*, es un plano dibujado a escala, en el que se muestra la localización óptima del equipo e instalaciones que integrarán la planta. En esta etapa de la ingeniería básica, el licenciador propone un arreglo general de equipo y hojas de datos. El objetivo principal de este diagrama es el proporcionar una idea acerca de la distribución del equipo mayor e instalaciones principales dentro de lo que constituirá la planta.

Este arreglo sufrirá modificaciones posteriores debido a que, en la mayoría de los casos, el licenciador desconoce en el momento de elaborar este documento, información topografía del terreno, mecánica de suelos, dimensiones y vientos dominantes, etc. Los cuáles durante la etapa de ingeniería de detalle, se confirmará cuando se cuente con información de proveedores de equipo, y se haya integrado esta información a los diferentes componentes de la planta. Los siguientes factores deberán considerarse para la elaboración del *Plot Plan*: seguridad, operatividad, mantenimiento, facilidad de construcción, economía y estética.

La selección óptima de un arreglo de planta no es algo sencillo de conseguir, éste resulta de la experiencia y destreza del personal de ingeniería de proyecto y de los departamentos de proceso, de tuberías, etc.

En el anexo , se presenta el diagrama de localización general de equipo en revisión "A" (preliminar), de la planta de recuperación de sulfato de sodio, para el complejo Metionina.

6.9 Criterios generales de diseño

El objetivo de este documento es establecer e informar sobre la aplicación de todos aquellos criterios de diseño que son considerados como prácticas usuales para el diseño de equipos, y que sirven de especificación de equipo. Los criterios de diseño pueden dividirse en tres aspectos fundamentales:

1. Criterios básicos de diseño del proceso
2. Criterios de diseño de los equipos
3. Criterios generales

El conjunto de estos tres conceptos permite establecer los lineamientos generales y específicos en que el licenciador se fundamenta para la elaboración de la ingeniería básica, así como para diseñar, especificar, comprar y operar los equipos.

Enseguida se establecen los criterios de diseño requeridos para el presente trabajo.

a. Criterios básicos de diseño del proceso

La planta de producción de Sulfato de sodio consistirá de un tren de evaporadores verticales de tubos largos, una etapa de cristalización, otra más de incineración y una última de almacenamiento del producto terminado. Con una capacidad de producción de ocho mil toneladas por año. El diseño de la planta permitirá la operación de diferentes secciones de ella a diferentes velocidades y también flexibilidad de operación en caso de falla de algún equipo involucrado en el proceso.

El diseño de la planta presentará suficiente flexibilidad para ampliaciones futuras de incremento de capacidad, por lo tanto los sistemas de almacenamiento, equipo, suministro de servicios y el arreglo de la planta se considerarán en el diseño este parámetro.

b. Criterios de diseño de los equipos

Silo

Se deberán considerar los siguientes parámetros para los silos:

- Su diseño será del tipo de patas, para facilitar la limpieza y el mantenimiento de las unidades de reclamo.
- Se deberá considerar en el diseño estructural la carga por plataformas, "*sprinklers*" y la tubería del sistema contra incendio e instalaciones eléctricas.
- Las patas de los silos permitirán atornillarse a la cimentación de concreto o al marco estructural según se requiera.
- El silo deberá incluir escaleras auto soportadas para el acceso a las plataformas de mantenimiento.
- Las plataformas y marco estructural deberán localizarse en la parte superior (o inferior en el caso que se requiera); las conexiones de instrumentos y tuberías deberán localizarse al centro de línea del silo.
- Se dará un recubrimiento con *primer* en el taller del fabricante antes del envío a planta.
- La calidad mínima aceptable para el diseño y fabricación del silo se describe a continuación.

Servicio	Material	Clasificación
Tapas	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Cuerpos	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE

Bridas	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Tornillos	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Tuercas	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Tubería	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE

Tanques y tolvas

Los tanques y tolvas se diseñarán bajo los siguientes parámetros:

- El material de aislamiento será fibra de vidrio o lana mineral, el aislamiento a utilizar deberá ser siempre libre de asbesto.
- El soporte de aislamiento podrá soldarse en campo.
- Deberá considerarse que el tanque en su diseño tenga plataformas para mantenimiento y escaleras de accesos auto soportadas.
- La calidad mínima aceptable para el diseño y fabricación de tanques y tolvas, se describe a continuación:

Servicio	Material	Clasificación
Tapas	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Cuerpos	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Bridas	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Tornillos	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Tuercas	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Tubería	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE

Recipientes a presión

Se preferirán diseños estándar de proveedores, ya que diferentes dimensiones elevarían el costo de fabricación del recipiente. El diseño, fabricación y construcción del recipiente a presión deberán cumplir con los siguientes códigos y secciones:

a.	Cuerpos y tapas:	ASME Boiler and pressure Vessel Code, Section VIII, Div 1
b.	Soldadura:	ASME Boiler and pressure Vessel Code, Section IX
c.	Pruebas de presión :	ASME Boiler and pressure Vessel Code, Section VIII, Paragraph UG-99.
d.	Identificación :	ASME Code, Section VIII, Paragraph UG-116(b)
e.	Corrosión permisible :	ASME Code, Section VIII, Paragraph UG-25
f.	Bases y soportes	ASME Code, Section VIII, Paragraph UG-25
g.	Entrada Hombre :	ASME Code, Section VIII, Paragraph UG-36
h.	Entradas :	ASME Code, Section VIII, Paragraph UG-46
i.	Radiografiado :	ASME Code, Section VIII, Paragraph UW-52

Los requerimientos y calidad mínima aceptable de materiales para la fabricación de recipientes a presión son los siguientes:

Temperatura: $\leq 450^{\circ}\text{F}$ (232°C)

Presión: ≤ 170 (psig) (11.97 kg/cm^2)

Servicio	Material	Clasificación
Tapas	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Cuerpos	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Bridas	Acero inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Tornillos Hexagonales	Acero Inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme A ASME-BPE
Tuercas Hexagonales	Acero Inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE
Tubería	Acero Inoxidable	ASTM A-270 GR. TP-316 L, Pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE

Bombas centrifugas

Serán las empleadas preferentemente por las características de los fluidos a manejar en el proceso, y que presentan las ventajas adicionales como: regulación de flujo, baja inversión, disponibilidad de refacciones, bajo costo de operación y mantenimiento, y requieren poco espacio. Las bombas serán accionadas a través de motores eléctricos.

Transportadores

Se podrá considerar en el diseño los transportadores de banda, de tornillo o gusano y elevadores de cangilones, siempre cumpliendo con el código CEMA. Los transportadores serán accionados por motores eléctricos.

Compresor de aire

La unidad de compresión requerida para el proceso será del tipo de compresión axial, libre de aceite, en unidad paquete con caja del protección sonora. La descarga del compresor estará interconectada a un tanque nivelador de presión o pulmón, el cual distribuirá el aire a la red de instrumentos para la eliminación de humedad o impurezas, pasando el aire por la unidad de secado. El aire de proceso se distribuirá directamente por el cabezal de alimentación a la planta. El compresor tendrá una capacidad de 880 std.ft³/min(24.9 m³/min)

a una presión de descarga de 125 psig (8.8 kg / cm²). La unidad de secado deberá cumplir con las mismas características de la unidad de compresión de aire para facilitar una eliminación total de la humedad del aire suministrado a planta si así se desea.

Bombas de agua contra incendio

Las bombas del sistema contra incendio se diseñarán bajo los siguientes criterios:

- NFPA National Fire Protection Association, Vol. 2 (Panfleto No. 14)
- AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros.

El criterio de diseño del código NFPA recomienda un gasto mínimo para los dos hidrantes más lejanos de 379 LPM (100 GPM) a una presión mínima de 65 psi (4.57 kg/cm², mientras que las normas de la AMIS recomiendan un gasto de 280 LPM (74 GPM) a una presión mínima de 25 psi (1.7 kg cm²), en el diseño de esta planta se utilizará un criterio más estricto que el código NFPA. La presión hidrostática de prueba del sistema será a 205 PSI (14.4 kg/cm²) durante dos horas.

El sistema contra incendio de la planta está constituido de tres bombas centrífugas adecuadas para este servicio, dos principales accionadas por motor de combustión interna. En caso de emergencia, se accionará una de las bombas principales, a la detección de presión baja arrancará la segunda bomba y, a la falla del suministro eléctrico se accionará la bomba con motor de combustión automática. El agua se succionará de la cisterna a un flujo de 758 LPM y se bombeará a una presión de 142 PSI(10 kg/ cm²).

Agitadores

Para el diseño de los agitadores se considerará un volumen de 0.09 a 1.8 m/s. Estas características son para la mayor parte de las operaciones de agitación utilizadas en los procesos químicos.

Centros de control de Motores (CCM)

Todos los centros de control de motores (CCM) estarán alimentados de la sub estación y contarán con interruptores generales. Cada sección tendrá 30 pulgadas (0.76 m) de ancho con opción para montar un PLC y relevadores. El sistema de control se suministrará desde un CCM a través de transformadores de control, los cuales estarán ubicados en la parte izquierda de cada CCM.

6.10 Hojas de datos y memorias de cálculo.

La información resultante del cálculo y diseño de los equipos se presenta en forma resumida y ordenada mediante las hojas de datos.

Estas hojas contienen la descripción del equipo y su clave, el servicio para el cual está destinado, el número y el arreglo requerido de equipos, sus dimensiones principales, las características del material que se manejará, las condiciones de operación y de diseño, recomendaciones sobre materiales de construcción, códigos aplicables, en casos como el de recipientes, la hoja incluye un esquema del equipo, indicándose el número diámetro y localización de boquillas y datos de nivel de líquido.

Las hojas de datos son parte de los documentos de apoyo para el desarrollo de las actividades subsecuentes de ingeniería básica y de ingeniería de detalle.

Las hojas de datos de proceso que se presentarán a partir de los balances de materia y energía son aquellos documentos cuya información contiene las condiciones de operación para cada uno de los equipos de proceso y que sirven como base para la preparación de las requisiciones de compra correspondientes.

Las hojas de datos son el concepto más conflictivo en la definición de alcance de la ingeniería básica y de detalle dado que cada licenciador tiene su propio criterio sobre qué información incluir para la especificación básica de los equipos y estos criterios pueden variar radicalmente. En cualquier instancia se debe vigilar que los distintos departamentos obtengan, cuando menos, la información mínima necesaria para una correcta especificación del equipo.

Uno de los aspectos más importantes en la elaboración de las hojas de datos, junto con la especificación de las condiciones de operación, es la selección de materiales de construcción. En general, las firmas de ingeniería han desarrollado formatos para especificar las diferentes características de los equipos de manera ordenada y para asegurar la nitidez y transferencia de la información. Las hojas de datos serán emitidas con diferentes revisiones durante el desarrollo del proyecto; para evitar confusiones se utilizan las revisiones o ediciones. En el caso particular del presente trabajo las hojas de datos se emiten en revisión "A" o preliminar.

Finalmente, estas hojas acompañarán a las solicitudes de cotización para la compra de los equipos. En el anexo V se presentan las hojas de datos para los equipos de proceso de la planta de recuperación de sulfato de sodio del proceso de producción Metionina.

FACULTAD DE QUÍMICA	CLIENTE: POSGRADO DE INGENIERIA	HOJA: 1 DE 1
	PROYECTO: RECUPERACIÓN DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA: 06-abr-10
		REVISO: ADP FECHA: 06-abr-10
		APROBO: JURADO
	TITULO: HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES	No. PROYECTO: ERA-2003
		REV. A

	TAG: AV-100
UNIDAD: SULFATO DE SODIO	SERVICIO: DISOLUCION ALMACENAMIENTO
LUGAR: COSOLEACAQUE VER.	CANTIDAD: 1 (UNO)

SERVICIO: CONTINUO	POSICION: VERTICAL
FLUIDO DE OPERACION: AGUA, SULFATO DE SODIO Y METIONINA	INSTALACION: INTERIOR

PRESION DE OPERACIÓN: ATMOSFERICA
TEMPERATURA DE OPERACIÓN: 25 °C

LONGITUD (T-T): 2.790 m.	DIAMETRO: 1.080 m.	CAPACIDAD: 2 m³
---------------------------------	---------------------------	-----------------------------------

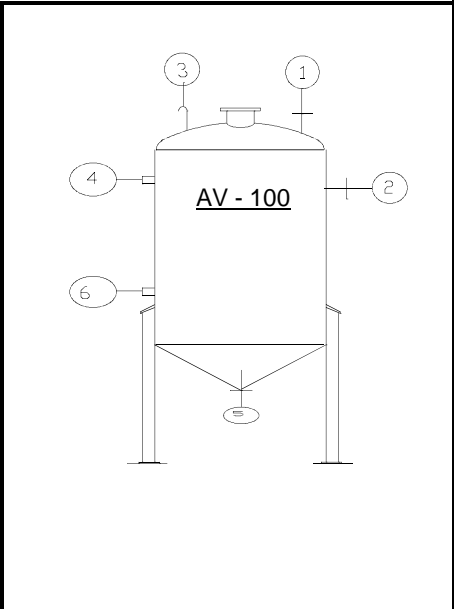
NIVEL MAXIMO DE OPERACIÓN: 0.0018 m	NIVEL MINIMO DE OPERACIÓN:
--	----------------------------

TIPO DE TAPAS: TORIESFERICAS ASME
INTERNOS: DEFLECTORES (4)
CORROSION: NO
MATERIAL CUERPO: ACERO INOXIDABLE

MATERIAL TAPAS: ACERO INOXIDABLE
MATERIAL CUELLO DE BOQUILLAS: ACERO INOXIDABLE
MATERIAL TORNILLOS/TUERCAS: ACERO AL CARBON
MATERIAL EMPAQUES: TEFLON

RADIOGRAFIADO: CUERPO 85%, CABEZAS 85%
EFICIENCIA JUNTAS: CUERPO: 0.85, CABEZAS 0.85
VELOCIDAD VIENTO: NO APLICA
ZONA SISMICA: FACTOR: 0.34
AISLAMIENTO TIPO: NO
RECUBRIMIENTO INT./EXT.: NO/NO

TABLA DE BOQUILLAS				
No.	CANTIDAD	DIAM.	CLASE	SERVICIO
1	1	2"	150#	ENTRADA DEXTRANA
2	1	1/2"	COPLA	ENTRADA AGUA
3	1	2"	-----	VENTEO
4	1	2"		INDICADOR NIVEL
5	1	2 1/2"	150#	DREN Y SALIDA FLUIDO
6	1	2"	COPLA	INDICADOR NIVEL



NOTAS:						

R E V	No.	FECHA	ELAB.	REV.	APROV.	
			JHL	ADP	JURADO	

FACULTAD DE QUÍMICA	CLIENTE: POSGRADO DE INGENIERIA	HOJA: 1 DE 1
	PROYECTO: RECUPERACIÓN DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA: 06-abr-10
		REVISO: ADP FECHA: 06-abr-10
		APROBO: JURADO
	TITULO: HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES	No. PROYECTO: ERA-2003
		REV. A

	TAG: FV-101
UNIDAD: SULFATO DE SODIO	SERVICIO: EVAPORACIÓN
LUGAR: COSOLEACAQUE VER.	CANTIDAD: 3 (TRES)

SERVICIO: CONTINUO	POSICION: VERTICAL
FLUIDO DE OPERACION: AGUA, SULFATO DE SODIO Y METIONINA	INSTALACION: INTERIOR

PRESION DE OPERACIÓN: ATMOSFERICA
TEMPERATURA DE OPERACIÓN: 25 °C

LONGITUD (T-T): 3.059 m.	DIAMETRO: 1.19 m.	CAPACIDAD: 3.11 m³
---------------------------------	--------------------------	--------------------------------------

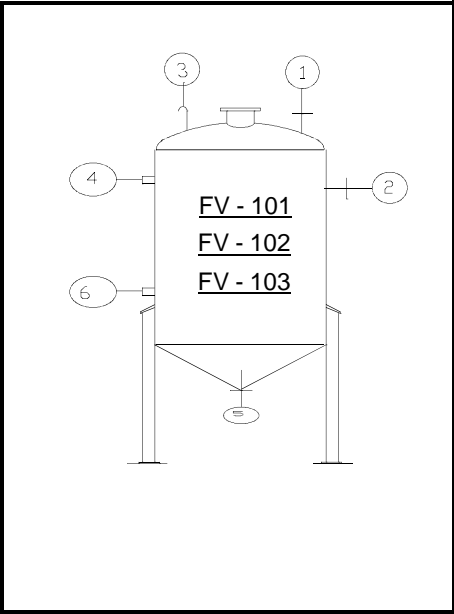
NIVEL MAXIMO DE OPERACIÓN: 0.692 m	NIVEL MINIMO DE OPERACIÓN: 0.462 m
---	---

TIPO DE TAPAS: TORIESFERICAS ASME
INTERNOS: DEFLECTORES (4)
CORROSION: NO
MATERIAL CUERPO: ACERO INOXIDABLE

MATERIAL TAPAS: ACERO INOXIDABLE
MATERIAL CUELLO DE BOQUILLAS: ACERO INOXIDABLE
MATERIAL TORNILLOS/TUERCAS: ACERO AL CARBON
MATERIAL EMPAQUES: TEFLON

RADIOGRAFIADO: CUERPO 85%, CABEZAS 85%
EFICIENCIA JUNTAS: CUERPO: 0.85, CABEZAS 0.85
VELOCIDAD VIENTO: NO APLICA
ZONA SISMICA: FACTOR: 0.34
AISLAMIENTO TIPO: NO
RECUBRIMIENTO INT./EXT.: NO/NO

TABLA DE BOQUILLAS				
No.	CANTIDAD	DIAM.	CLASE	SERVICIO
1	1	2"	150#	ENTRADA DEXTRANA
2	1	1/2"	COPLE	ENTRADA AGUA
3	1	2"	-----	VENTEO
4	1	2"		INDICADOR NIVEL
5	1	2 1/2"	150#	DREN Y SALIDA FLUIDO
6	1	2"	COPLE	INDICADOR NIVEL



NOTAS:						

R E V	No.	FECHA	ELAB.	REV.	APROV.	
			JHL	ADP	JURADO	

FACULTAD DE QUÍMICA	CLIENTE: POSGRADO DE INGENIERIA	HOJA: 1 DE 1
	PROYECTO: RECUPERACIÓN DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA: 06-abr-10
		REVISO: ADP FECHA: 06-abr-10
		APROBO: JURADO
	TITULO: HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES	No. PROYECTO: ERA-2003
		REV. A

UNIDAD: SULFATO DE SODIO	TAG: FV-101
LUGAR: COSOLEACAQUE VER.	SERVICIO: CRISTALIZACIÓN
	CANTIDAD: 1 (UNO)

SERVICIO: CONTINUO	POSICION: VERTICAL
FLUIDO DE OPERACION: AGUA, SULFATO DE SODIO Y METIONINA	INSTALACION: INTERIOR

PRESION DE OPERACIÓN: ATMOSFERICA
TEMPERATURA DE OPERACIÓN: 25 °C

LONGITUD (T-T): 3.12 m.	DIAMETRO: 1.22 m.	CAPACIDAD: 0.41 m ³
-------------------------	-------------------	--------------------------------

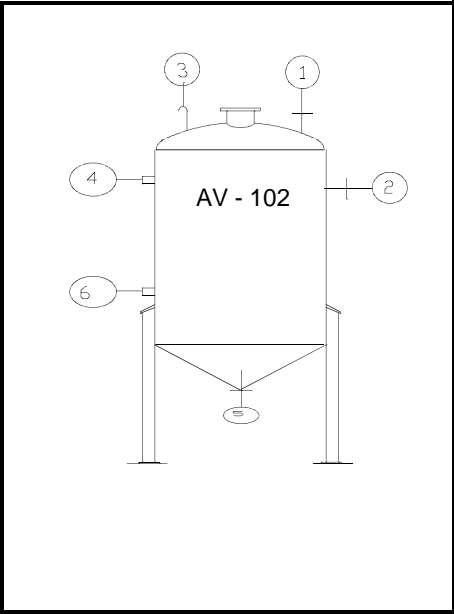
NIVEL MAXIMO DE OPERACIÓN: 0.692 m	NIVEL MINIMO DE OPERACIÓN: 0.462 m
------------------------------------	------------------------------------

TIPO DE TAPAS: TORIESFERICAS ASME
INTERNOS: DEFLECTORES (4)
CORROSION: NO
MATERIAL CUERPO: ACERO INOXIDABLE

MATERIAL TAPAS: ACERO INOXIDABLE
MATERIAL CUELLO DE BOQUILLAS: ACERO INOXIDABLE
MATERIAL TORNILLOS/TUERCAS: ACERO AL CARBON
MATERIAL EMPAQUES: TEFLON

RADIOGRAFIADO: CUERPO 85%, CABEZAS 85%
EFICIENCIA JUNTAS: CUERPO: 0.85, CABEZAS 0.85
VELOCIDAD VIENTO: NO APLICA
ZONA SISMICA: FACTOR: 0.34
AISLAMIENTO TIPO: NO
RECUBRIMIENTO INT./EXT. NO/NO

TABLA DE BOQUILLAS				
No.	CANTIDAD	DIAM.	CLASE	SERVICIO
1	1	2"	150#	ENTRADA DEXTRANA
2	1	1/2"	COPLA	ENTRADA AGUA
3	1	2"	-----	VENTEO
4	1	2"		INDICADOR NIVEL
5	1	2 1/2"	150#	DREN Y SALIDA FLUIDO
6	1	2"	COPLA	INDICADOR NIVEL



NOTAS:						

R E V	No.	FECHA	ELAB.	REV.	APROV.	
			JHL	ADP	JURADO	

FACULTAD DE QUÍMICA	CLIENTE: POSGRADO DE INGENIERIA	HOJA: 1 DE 1
	PROYECTO: RECUPERACIÓN DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA: 06-abr-10
		REVISO: ADP FECHA: 06-abr-10
		APROBO: JURADO
	TITULO: HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES	No. PROYECTO: ERA-2003
		REV. A

	TAG: AV-103
UNIDAD: SULFATO DE SODIO	SERVICIO: DISOLUCION ALMACENAMIENTO
LUGAR: COSOLEACAQUE VER.	CANTIDAD: 1 (UNO)

SERVICIO: CONTINUO	POSICION: VERTICAL
FLUIDO DE OPERACION: AGUA, SULFATO DE SODIO Y METIONINA	INSTALACION: INTERIOR

PRESION DE OPERACIÓN: ATMOSFERICA
TEMPERATURA DE OPERACIÓN: 25 °C

LONGITUD (T-T): 2.341 m.	DIAMETRO: 0.860 m.	CAPACIDAD: 1.89 m³
---------------------------------	---------------------------	--------------------------------------

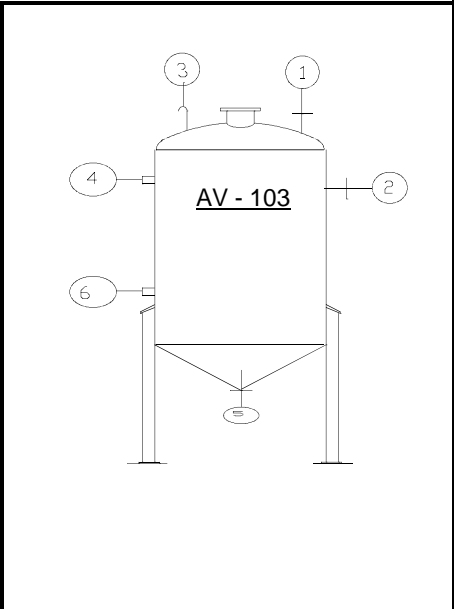
NIVEL MAXIMO DE OPERACIÓN: 2.090 m	NIVEL MINIMO DE OPERACIÓN: 0.520 m
---	---

TIPO DE TAPAS: TORIESFERICAS ASME
INTERNOS: DEFLECTORES (4)
CORROSION: NO
MATERIAL CUERPO: ACERO INOXIDABLE

MATERIAL TAPAS: ACERO INOXIDABLE
MATERIAL CUELLO DE BOQUILLAS: ACERO INOXIDABLE
MATERIAL TORNILLOS/TUERCAS: ACERO AL CARBON
MATERIAL EMPAQUES: TEFLON

RADIOGRAFIADO: CUERPO 85%, CABEZAS 85%
EFICIENCIA JUNTAS: CUERPO: 0.85, CABEZAS 0.85
VELOCIDAD VIENTO: NO APLICA
ZONA SISMICA: FACTOR: 0.34
AISLAMIENTO TIPO: NO
RECUBRIMIENTO INT./EXT.: NO/NO

TABLA DE BOQUILLAS				
No.	CANTIDAD	DIAM.	CLASE	SERVICIO
1	1	2"	150#	ENTRADA DEXTRANA
2	1	1/2"	COPLE	ENTRADA AGUA
3	1	2"	-----	VENTEO
4	1	2"		INDICADOR NIVEL
5	1	2 1/2"	150#	DREN Y SALIDA FLUIDO
6	1	2"	COPLE	INDICADOR NIVEL



NOTAS:						

R E V	No.	FECHA	ELAB.	REV.	APROV.	
			JHL	ADP	JURADO	

FACULTAD DE QUÍMICA	CLIENTE: POSGRADO DE INGENIERIA	HOJA: 1 DE 1
	PROYECTO: RECUPERACIÓN DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA: 06-abr-10
		REVISO: ADP FECHA: 06-abr-10
		APROBO: JURADO
	TITULO: HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES	No. PROYECTO: ERA-2003
		REV. A

UNIDAD: SULFATO DE SODIO	TAG: AV-104
LUGAR: COSOLEACAQUE VER.	SERVICIO: DISOLUCION ALMACENAMIENTO
	CANTIDAD: 1 (UNO)

SERVICIO: CONTINUO	POSICION: VERTICAL
FLUIDO DE OPERACION: SOSA	INSTALACION: INTERIOR

PRESION DE OPERACIÓN: ATMOSFERICA
TEMPERATURA DE OPERACIÓN: 25 °C

LONGITUD (T-T): 1.429 m.	DIAMETRO: 0.400 m.	CAPACIDAD: 0.41 m ³
--------------------------	--------------------	--------------------------------

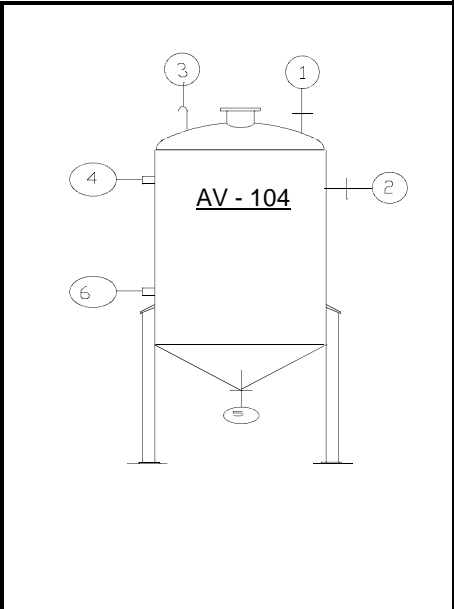
NIVEL MAXIMO DE OPERACIÓN: 1.230 m	NIVEL MINIMO DE OPERACIÓN: 0.390 m
------------------------------------	------------------------------------

TIPO DE TAPAS: TORIESFERICAS ASME
INTERNOS: DEFLECTORES (4)
CORROSION: NO
MATERIAL CUERPO: ACERO INOXIDABLE

MATERIAL TAPAS: ACERO INOXIDABLE
MATERIAL CUELLO DE BOQUILLAS: ACERO INOXIDABLE
MATERIAL TORNILLOS/TUERCAS: ACERO AL CARBON
MATERIAL EMPAQUES: TEFLON

RADIOGRAFIADO: CUERPO 85%, CABEZAS 85%
EFICIENCIA JUNTAS: CUERPO: 0.85, CABEZAS 0.85
VELOCIDAD VIENTO: NO APLICA
ZONA SISMICA: FACTOR: 0.34
AISLAMIENTO TIPO: NO
RECUBRIMIENTO INT./EXT. NO/NO

TABLA DE BOQUILLAS				
No.	CANTIDAD	DIAM.	CLASE	SERVICIO
1	1	2"	150#	ENTRADA DEXTRANA
2	1	1/2"	COPLE	ENTRADA AGUA
3	1	2"	-----	VENTEO
4	1	2"		INDICADOR NIVEL
5	1	2 1/2"	150#	DREN Y SALIDA FLUIDO
6	1	2"	COPLE	INDICADOR NIVEL



NOTAS:						

R E V	No.	FECHA	ELAB.	REV.	APROV.	
			JHL	ADP	JURADO	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-01 AV-01 REV. A		

MEMORIA DE CALCULO TANQUE DE ALIMENTACIÓN AV-101

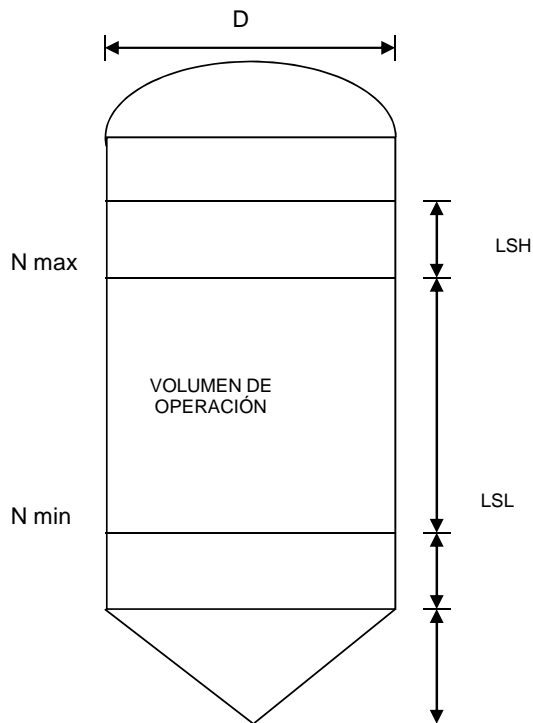
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 5	
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:	
	C A L C U L O D E		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	No. PROYECTO: ERA-2003	No. CALCULO: MEM-01 AV-01 REV. A

SECUENCIA DE CALCULO

TAG	AV-101	
SERVICIO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28% DE CONC. W/W	
CANTIDAD	UNO	[UNIDAD]
Datos		
FLUJO DE OPERACIÓN	75.70	[L / MIN]
FLUJO DE OPERACIÓN +10%	83.27	[L / MIN]
VOLUMEN DE OPERACIÓN	2.0	[METROS 3]
FLUJO DE DESCARGA DE BOMBA NORMAL	20	[GPM]
TIEMPO DE RESIDENCIA	24	[MINUTOS]

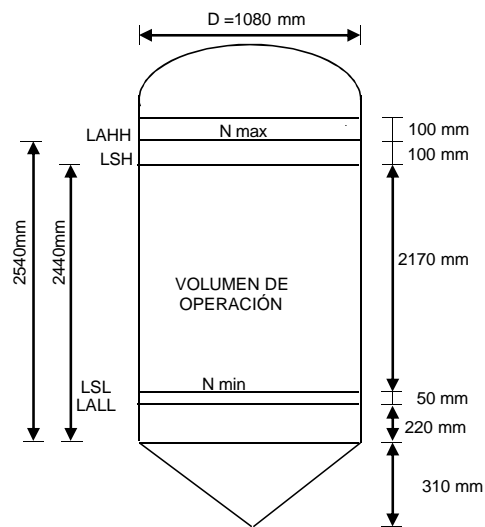
CALCULOS		
VOLUMEN	1,998	[LITROS]
VOLUMEN	2	[M 3]
DIMENSIONES		
$\frac{L}{D} = 2$(1)	
$A = \left(\frac{\pi}{4}\right) D^2$(2)	
$V = A * L$(3)	
$D = \sqrt[3]{\frac{V}{2 * \left(\frac{\pi}{4}\right)}}$(4)	
L=	2	D
D=	1.08	[METROS]
L=	2.17	[METROS]



DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	CALCULO: <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO: <u>MEM-01 AV-01</u> <u>REV. A</u>

DATOS DE DISEÑO		R E S U L T A D O S	
TAG'S:	<u>AV-101</u>	ESPESOR DEL CUERPO CALCULADO	0.17 [PULG]
CANTIDAD:	<u>UNO (1)</u>	ESPESOR DE CABEZA CALCULADO	----- [PULG]
SERVICIO:	<u>TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE SS</u>	ESPESOR DE CONO CALCULADO	0.18 [PULG]
DIAMETRO INTERIOR	42.66 [PULG]	ESPESOR NOMINAL DEL CUERPO	0.19 [PULG]
LONG. TAN-TAN	122.10 [PULG.]	ESPESOR NOMINAL DE CABEZA	0.19 [PULG]
ESFUERZO PERMISIBLE	17500 [PSIG]	ESPESOR NOMINAL DE CONO	0.19 [PULG]
CORROSION PERMISIBLE	0.125 [PULG.]	PRES. MAX. PERM. DE OPERACION	44.08 [PSIG]
RADIOGRAFIADO EN CUERPO	1.00 [%]	PRE. PRUEBA HIDROSTATICA	66.12 [PSIG]
RADIOGRAFIADO EN CABEZAS	1.00 [%]	VOLUMEN TOTAL	3.05 [M ³]
PRESION DE DISEÑO	30.00 [PSIG]	AREA TOTAL	12.68 [M ²]
NIVEL LIQUIDO DE OP. DESDE TANG.	8.93 [PIES]	PESO VACIO	1320.24 [kg]
DENSIDAD RELATIVA LIQUIDO OP.	1.19 []	PESO LLENO DE AGUA	4371.81 [kg]
ESPESOR MINIMO	0.19 [PULG.]	VOLUMEN DEL CUERPO	101.00 [FT ³]
REDONDEO ESPESOR	1/16 [PULG.]	VOLUMEN DE LA CABEZA	3.42 [FT ³]
TAPA PLANA (ESPESOR)	0 [PULG.]	VOLUMEN DEL CONO	3.42 [FT ³]
CABEZAS TIPO	4	AREA DEL CUERPO	113.61 [FT ²]
(1=ELIP. 2:1; 2 =F & D , 3 =HEMISFERICA; 4 =CONICA)		AREA DE LA CABEZA	11.46 [FT ²]
ANGULO DE CONO	30 [o]	AREA DEL CONO	11.46 [FT ²]
		PESO DEL CUERPO	869.00 [Lb]
NOTAS:		PESO DE LA CABEZA	87.67 [Lb]
1. SE CONSIDER0 UN 170% MAS DE PESO POR LAS BOQUILLAS		PESO DE CONO	87.67 [Lb]
2. LA PRES MAX.PERM. DE OPERACION ESTA		PESO DE LA TAPA PLANA	----- [Lb]
CONSIDERADA A LAS CONDICIONES CORROIDAS		AREA DE LA TAPA PLANA	----- [FT ²]



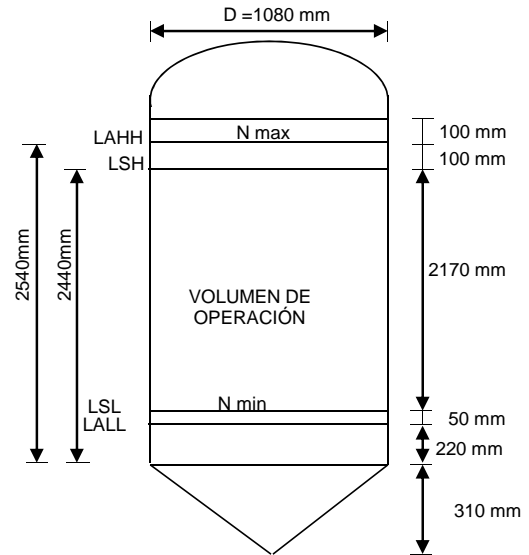
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 4 DE 5			
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	CALCULO: <u>JHL</u> FECHA:			
	C A L C U L O D E	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:			
	TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>			
		No. CALCULO: <u>MEM-01 AV-01</u> <u>REV. A</u>			
DATOS MISCELANEOS					
PRESION HIDROSTATICA		SELECCIÓN			
CUERPO 4.60 [PSI]		CUERPO 4.60 [PSI]			
CABEZA ELIP. 2:1 5.06 [PSI]					
CABEZAF&D ASME 4.91 [PSI]		CABEZA TIPO CONICA 6.19 [PSI]			
CABEZA HEMISFERICA 5.52 [PSI]					
CABEZA CONICA 6.19 [PSI]					
ESPESOR CALCULADO		SELECCIÓN			
CUERPO 0.17 [PULG.]		CUERPO 0.17 [PULG.]			
CABEZA ELIP. 2:1 0.17 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.20 [PULG.]		CABEZA TIPO CONICA 0.18 [PULG.]			
CABEZA HEMISFERICA 0.15 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.18 [PULG.]					
ESPESOR NOMINAL		SELECCIÓN			
CUERPO 0.19 [PULG.]		CUERPO 0.19 [PULG.]			
CABEZA ELIP. 2:1 0.19 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.25 [PULG.]		CABEZA TIPO CONICA 0.19 [PULG.]			
CABEZA HEMISFERICA 0.19 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.19 [PULG.]					
AREA		SELECCIÓN			
CUERPO 113.61 [PIES 2]		CUERPO 113.61 [PIE 2]			
CABEZA ELIP. 2:1 13.77 [PIES 2]					
CABEZAF&D ASME 11.60 [PIES 2]		CABEZA TIPO CONICA 11.46 [PIE 2]			
CABEZA HEMISFERICA 19.84 [PIES 2]					
CABEZA CONICA 11.46 [PIES 2]					
TAPA PLANA 9.95 [PIES 2]					
PESO		SELECCIÓN			
CUERPO 869.0 [Lbs]		CUERPO 869.0 [Lbs]			
CABEZA ELIP. 2:1 105.37 [Lbs]					
CABEZAF&D ASME 118.33 [Lbs]		CABEZA TIPO CONICA 87.67 [Lbs]			
CABEZA HEMISFERICA 151.74 [Lbs]					
CABEZA CONICA 87.67 [Lbs]					
TAPA PLANA 0.00 [Lbs]					
VOLUMEN		SELECCIÓN			
CUERPO 101.00 [PIES 3]		CUERPO 101.00 [PIES 3]			
CABEZA ELIP. 2:1 5.73 [PIES 3]					
CABEZAF&D ASME 3.49 [PIES 3]		CABEZA TIPO CONICA 3.42 [PIES 3]			
CABEZA HEMISFERICA 11.76 [PIES 3]					
CABEZA CONICA 3.42 [PIES 3]					
PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE TRABAJO		SELECCIÓN			
CUERPO 50.89 [PSIG]		CUERPO 50.89 [PIES 3]			
CABEZA ELIP. 2:1 50.96 [PSIG]					
CABEZAF&D ASME 57.75 [PSIG]		CABEZA TIPO CONICA 44.08 [PIES 3]			
CABEZA HEMISFERICA 101.90 [PSIG]					
CABEZA CONICA 44.08 [PSIG]					
PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA (1.5 VECES LA PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE OPERACION)		VOLUMEN TOTAL 3.05 [M 3]			
		AREA TOTAL 12.68 [M 2]			
		PESO VACIO 1320.24 [kg]			
		PESO LLENO DE AGUA 4371.81 [kg]			
		PRES. MAX. PERM. DE OPERACION 44.08 [PSIG]			
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORÓ: JHL
		REVISÓ: ADP
		No. PROYECTO: ERA-2003
TITULO: NIVELES DE OPERACIÓN DEL TANQUE		No. CALCULO: MEM-01 AV-01 REV. A

SECUENCIA DE CALCULO

TAG	AV-101
SERVICIO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28% DE CONC. W/W
CANTIDAD	UNO [UNIDAD]
Datos	
FLUJO DE OPERACIÓN	75.70 [L / MIN]
FLUJO DE OPERACIÓN +10%	83.27 [L / MIN]
CALCULOS	
VOLUMEN DEL CONO	3.416 [FT ³]
	0.096 [M ³]
$V_{CONO} = \left(\frac{\pi}{3}\right)r^2h$(5)	
V = VOLUMEN DEL CONO	0.096 [M ³]
r = RADIO DEL CONO	0.54 [METROS]
h = ALTURA DEL CONO	?
$\rho / 3 =$	1.047 []
DESPEJANDO h DE (5)	
h = ALTURA DEL CONO	0.31 [METROS]
VELOCIDAD A LA SUCCIÓN CON DIAMETRO DE 2"	2.5 [FT / SEG]
ALTURA DE SUMERGENCIA MINIMA	1.75 [FT]
	0.53 [METROS]
ALTURA DEL CONO	0.31 [METROS]
DH=	0.22 [METROS]
ALTURA PARA NIVEL DE OPERACIÓN	0.27 [METROS]
NIVEL DE OPERACIÓN	2.17 [METROS]
ALTURA TOTAL DEI CUERPO	2.790 [METROS]



NOTAS

- | | |
|---|-----------------|
| 1.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LALL | 0.05 [METROS] |
| 2.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LAHH | 0.1 [METROS] |
| 3.- CONSIDERAMOS OPERACIÓN LIBRE PARA SPRYA BALL ALTURA DE SPREA Y NIVEL MAXIMO | 0.1 [METROS] |
| 4.- ESPACIO LIBRE CONSIDERADO PARA EL TANQUE | 0.15 [METROS] |

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV
	JHL	ADP	ADP	A

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-01 AV-01 REV. A		

MEMORIA DE CALCULO TANQUE DE ALIMENTACIÓN AV-101

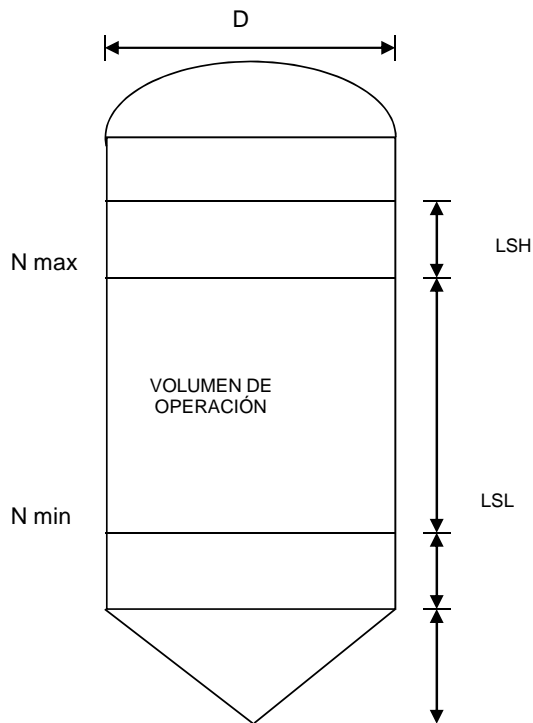
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 5	
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:	
	C A L C U L O D E		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	No. PROYECTO: ERA-2003	No. CALCULO: MEM-01 AV-01 REV. A

SECUENCIA DE CALCULO

TAG	AV-101	
SERVICIO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28% DE CONC. W/W	
CANTIDAD	UNO	[UNIDAD]
Datos		
FLUJO DE OPERACIÓN	75.70	[L / MIN]
FLUJO DE OPERACIÓN +10%	83.27	[L / MIN]
VOLUMEN DE OPERACIÓN	2.0	[METROS 3]
FLUJO DE DESCARGA DE BOMBA NORMAL	20	[GPM]
TIEMPO DE RESIDENCIA	24	[MINUTOS]

CALCULOS		
VOLUMEN	1,998	[LITROS]
VOLUMEN	2	[M 3]
DIMENSIONES		
$\frac{L}{D} = 2$(1)	
$A = \left(\frac{\pi}{4}\right) D^2$(2)	
$V = A * L$(3)	
$D = \sqrt[3]{\frac{V}{2 * \left(\frac{\pi}{4}\right)}}$(4)	
L=	2	D
D=	1.08	[METROS]
L=	2.17	[METROS]



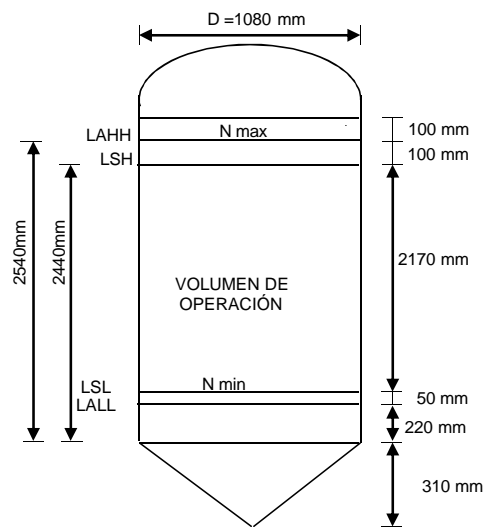
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-01 AV-01	REV. A

DATOS DE DISEÑO	
TAG'S:	AV-101
CANTIDAD:	UNO (1)
SERVICIO:	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE SS
DIAMETRO INTERIOR	42.66 [PULG]
LONG. TAN-TAN	122.10 [PULG.]
ESFUERZO PERMISIBLE	17500 [PSIG]
CORROSION PERMISIBLE	0.125 [PULG.]
RADIOGRAFIADO EN CUERPO	1.00 [%]
RADIOGRAFIADO EN CABEZAS	1.00 [%]
PRESION DE DISEÑO	30.00 [PSIG]
NIVEL LIQUIDO DE OP. DESDE TANG.	8.93 [PIES]
DENSIDAD RELATIVA LIQUIDO OP.	1.19 []
ESPESOR MINIMO	0.19 [PULG.]
REDONDEO ESPESOR	1/16 [PULG.]
TAPA PLANA (ESPESOR)	0 [PULG.]
CABEZAS TIPO	4
(1=ELIP. 2:1; 2 =F & D , 3 =HEMISFERICA; 4 =CONICA)	
ANGULO DE CONO	30 [o]

R E S U L T A D O S	
ESPESOR DEL CUERPO CALCULADO	0.17 [PULG]
ESPESOR DE CABEZA CALCULADO	----- [PULG]
ESPESOR DE CONO CALCULADO	0.18 [PULG]
ESPESOR NOMINAL DEL CUERPO	0.19 [PULG]
ESPESOR NOMINAL DE CABEZA	0.19 [PULG]
ESPESOR NOMINAL DE CONO	0.19 [PULG]
PRES. MAX. PERM. DE OPERACION	44.08 [PSIG]
PRE. PRUEBA HIDROSTATICA	66.12 [PSIG]
VOLUMEN TOTAL	3.05 [M ³]
AREA TOTAL	12.68 [M ²]
PESO VACIO	1320.24 [kg]
PESO LLENO DE AGUA	4371.81 [kg]
VOLUMEN DEL CUERPO	101.00 [FT ³]
VOLUMEN DE LA CABEZA	3.42 [FT ³]
VOLUMEN DEL CONO	3.42 [FT ³]
AREA DEL CUERPO	113.61 [FT ²]
AREA DE LA CABEZA	11.46 [FT ²]
AREA DEL CONO	11.46 [FT ²]
PESO DEL CUERPO	869.00 [Lb]
PESO DE LA CABEZA	87.67 [Lb]
PESO DE CONO	87.67 [Lb]
PESO DE LA TAPA PLANA	----- [Lb]
AREA DE LA TAPA PLANA	----- [FT ²]

NOTAS:
1. SE CONSIDER0 UN 170% MAS DE PESO POR LAS BOQUILLAS
2. LA PRES MAX.PERM. DE OPERACION ESTA CONSIDERADA A LAS CONDICIONES CORROIDAS



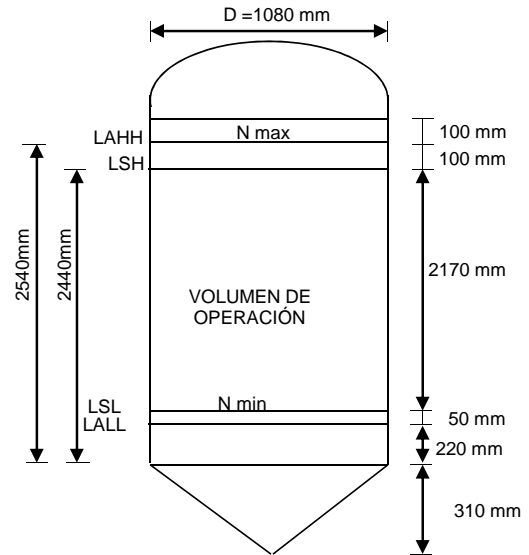
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 4 DE 5			
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	CALCULO: <u>JHL</u> FECHA:			
	C A L C U L O D E	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:			
	TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>			
		No. CALCULO: <u>MEM-01 AV-01</u> <u>REV. A</u>			
DATOS MISCELANEOS					
PRESION HIDROSTATICA		SELECCIÓN			
CUERPO 4.60 [PSI]		CUERPO 4.60 [PSI]			
CABEZA ELIP. 2:1 5.06 [PSI]					
CABEZAF&D ASME 4.91 [PSI]		CABEZA TIPO CONICA 6.19 [PSI]			
CABEZA HEMISFERICA 5.52 [PSI]					
CABEZA CONICA 6.19 [PSI]					
ESPESOR CALCULADO		SELECCIÓN			
CUERPO 0.17 [PULG.]		CUERPO 0.17 [PULG.]			
CABEZA ELIP. 2:1 0.17 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.20 [PULG.]		CABEZA TIPO CONICA 0.18 [PULG.]			
CABEZA HEMISFERICA 0.15 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.18 [PULG.]					
ESPESOR NOMINAL		SELECCIÓN			
CUERPO 0.19 [PULG.]		CUERPO 0.19 [PULG.]			
CABEZA ELIP. 2:1 0.19 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.25 [PULG.]		CABEZA TIPO CONICA 0.19 [PULG.]			
CABEZA HEMISFERICA 0.19 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.19 [PULG.]					
AREA		SELECCIÓN			
CUERPO 113.61 [PIES 2]		CUERPO 113.61 [PIE 2]			
CABEZA ELIP. 2:1 13.77 [PIES 2]					
CABEZAF&D ASME 11.60 [PIES 2]		CABEZA TIPO CONICA 11.46 [PIE 2]			
CABEZA HEMISFERICA 19.84 [PIES 2]					
CABEZA CONICA 11.46 [PIES 2]					
TAPA PLANA 9.95 [PIES 2]					
PESO		SELECCIÓN			
CUERPO 869.0 [Lbs]		CUERPO 869.0 [Lbs]			
CABEZA ELIP. 2:1 105.37 [Lbs]					
CABEZAF&D ASME 118.33 [Lbs]		CABEZA TIPO CONICA 87.67 [Lbs]			
CABEZA HEMISFERICA 151.74 [Lbs]					
CABEZA CONICA 87.67 [Lbs]					
TAPA PLANA 0.00 [Lbs]					
VOLUMEN		SELECCIÓN			
CUERPO 101.00 [PIES 3]		CUERPO 101.00 [PIES 3]			
CABEZA ELIP. 2:1 5.73 [PIES 3]					
CABEZAF&D ASME 3.49 [PIES 3]		CABEZA TIPO CONICA 3.42 [PIES 3]			
CABEZA HEMISFERICA 11.76 [PIES 3]					
CABEZA CONICA 3.42 [PIES 3]					
PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE TRABAJO		SELECCIÓN			
CUERPO 50.89 [PSIG]		CUERPO 50.89 [PIES 3]			
CABEZA ELIP. 2:1 50.96 [PSIG]					
CABEZAF&D ASME 57.75 [PSIG]		CABEZA TIPO CONICA 44.08 [PIES 3]			
CABEZA HEMISFERICA 101.90 [PSIG]					
CABEZA CONICA 44.08 [PSIG]					
PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA (1.5 VECES LA PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE OPERACION)		VOLUMEN TOTAL 3.05 [M 3]			
		AREA TOTAL 12.68 [M 2]			
		PESO VACIO 1320.24 [kg]			
		PESO LLENO DE AGUA 4371.81 [kg]			
		PRES. MAX. PERM. DE OPERACION 44.08 [PSIG]			
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORÓ: JHL
		REVISÓ: ADP
		No. PROYECTO: ERA-2003
TITULO: NIVELES DE OPERACIÓN DEL TANQUE		No. CALCULO: MEM-01 AV-01 REV. A

SECUENCIA DE CALCULO

TAG	AV-101
SERVICIO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28% DE CONC. W/W
CANTIDAD	UNO [UNIDAD]
Datos	
FLUJO DE OPERACIÓN	75.70 [L / MIN]
FLUJO DE OPERACIÓN +10%	83.27 [L / MIN]
CALCULOS	
VOLUMEN DEL CONO	3.416 [FT ³]
	0.096 [M ³]
$V_{CONO} = \left(\frac{\pi}{3}\right)r^2h$(5)	
V = VOLUMEN DEL CONO	0.096 [M ³]
r = RADIO DEL CONO	0.54 [METROS]
h = ALTURA DEL CONO	?
$\rho / 3 =$	1.047 []
DESPEJANDO h DE (5)	
h = ALTURA DEL CONO	0.31 [METROS]
VELOCIDAD A LA SUCCIÓN CON DIAMETRO DE 2"	2.5 [FT / SEG]
ALTURA DE SUMERGENCIA MINIMA	1.75 [FT]
	0.53 [METROS]
ALTURA DEL CONO	0.31 [METROS]
DH=	0.22 [METROS]
ALTURA PARA NIVEL DE OPERACIÓN	0.27 [METROS]
NIVEL DE OPERACIÓN	2.17 [METROS]
ALTURA TOTAL DEI CUERPO	2.790 [METROS]



NOTAS

- | | |
|---|---------------|
| 1.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LALL | 0.05 [METROS] |
| 2.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LAHH | 0.1 [METROS] |
| 3.- CONSIDERAMOS OPERACIÓN LIBRE PARA SPRYA BALL ALTURA DE SPREA Y NIVEL MAXIMO | 0.1 [METROS] |
| 4.- ESPACIO LIBRE CONSIDERADO PARA EL TANQUE | 0.15 [METROS] |

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV
	JHL	ADP	ADP	A

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: JRLR FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-02 P-01	REV. A

MEMORIA DE CALCULO BOMBA CENTRIFUGA P-101

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	2	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO	JHL	FECHA:	
	TITULO:	C A L C U L O D E BOMBA CENTRIFUGA	REVISO:	ADP	FECHA:	
			No. PROYECTO:	ERA-2003	No. CALCULO	MEM-02 P-01

DATOS

TAG P-101
SERVICIO: BOMBA DE DISTRIBUCION DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 28% w/w A EVAPORADOR
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28%

GASTO DE OPERACIÓN	20	GPM	4.54	(m ³ /h)
GASTO DE DISEÑO	22	GPM	5.00	(m ³ /h)
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.19			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	cp		
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)
TEMPERATURA NORMAL / MAX:	104	°F	40	°C
PRESIÓN BAROMÉTRICA	14.7	PSIA	1.033512	(kg/cm ² abs)

SECUENCIA DE CÁLCULO

TUBERÍA DE LA SUCCIÓN DE LA BOMBA
PRESIÓN DEL SISTEMA P1= 14.7 PSIA 1.033512 (kg/cm² abs)
ALTURA DE SUCCIÓN 0 FT 0 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	FACTOR Fr (ft)	DISPONIBLE NPSH (ft)	PRESIÓN SUCCIÓN (psig)
2	1.87	0.29	0.02	26.178	-0.290

TUBERÍA DE DESCARGA DE LA BOMBA
PRESIÓN DEL SISTEMA P2= 24.7 PSIA 1.736582 (kg/cm² abs)
ALTURA DE DESCARGA 18.045 FT 5.5 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	PRESIÓN DESCARGA (psig)
1 1/2	1.37	2.58	
MEDIDOR DE FLUJO			
		10.00	
		10.00	
TOTAL		24.58	43.87

DIAMETRO SELECCIONADO 1 1/2 in

RESUMEN

GASTO DE DISEÑO:	22.00 GPM		
NPSH DISPONIBLE:	26.18 FT		
PRESIÓN DIFERENCIAL:	44.16 PSIG		
WHP:	0.56 HP		
CARGA DINÁMICA TOTAL:	85.39 FT		
EFICIENCIA	30 %		
FACTOR DE SERVICIO:	1.15		
BHP MOTOR CALCULADO:	1.88	MOTOR SELCCIONADO	2 HP

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE SUCCIÓN	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-02 P-01 REV. A

DATOS

LINEA No. 2"-SS28-101-SS316L-16HC
SERVICIO: SUCCIÓN DE BOMBA
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28%

GASTO DE OPERACIÓN 20 GPM 4.54 (m³/h) FACTOR DE
GASTO DE DISEÑO 22 GPM 5.00 (m³/h) DISEÑO 1.10

GARAVEDAD ESPECÍFICA 1.19

VISCOSIDAD DE DISEÑO 1 CP

PRESIÓN DE VAPOR 1.071 PSIA 0.1 (kg/cm² abs)
TEMPERATURA NORMAL: 104 °F 40 °C

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L CEDULA 16

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 6.56 FT
2.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	3	30	90
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
SALIDA	1	52	52
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	212

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	23.35	1.33E+05	0.02	153.0192669	17.52	26.80	0	26.80134468
1	0.87	11.86	9.50E+04	0.02	29.25970758	21.93	6.42	0	6.417145373
1 1/2	1.37	4.78	6.03E+04	0.02	3.257881425	30.77	1.00	0	1.002287648
2	1.87	2.57	4.42E+04	0.02	0.731376997	39.60	0.29	0	0.289613197
2 1/2	2.37	1.60	3.49E+04	0.02	0.235383655	48.43	0.11	0	0.114000258

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 4 DE 5
	PROYECTO PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: CALCULO DE DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DESCARGA	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-02 P-01	REV. A

DATOS

LINEA No. 1-1/2"-SS28-102-SS316L-16HC
SERVICIO: DESCARGA DE BOMBA
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28%

GASTO DE OPERACIÓN	20	GPM	4.54	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	22	GPM	5.00	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.19					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	104	°F	40	°C		
MATERIAL DE TUBERÍA:	ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L				CEDULA	16
VELOCIDAD RECOMENDABLE	8	FT / SEG				
	2.44	M / SEG				

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	406

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	23.35	1.33E+05	0.02	153.02	53.79	82.30	0	82.30
1	0.87	11.86	9.50E+04	0.02	29.26	62.24	18.21	0	18.21
1 1/2	1.37	4.78	6.03E+04	0.02	3.26	79.16	2.58	0	2.58
2	1.87	2.57	4.42E+04	0.02	0.73	96.08	0.70	0	0.70
2 1/2	2.37	1.60	3.49E+04	0.02	0.24	112.99	0.27	0	0.27

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u>
	C A L C U L O D E	REVISO: <u>ADP</u>
	TITULO: BOMBA CENTRIFUGA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO <u>MEM-02 P-01</u> <u>REV. A</u>

DATOS

TAG: P-101

SERVICIO: BOMBA DE DISTRIBUCION DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 28% w/w A EVAPORADOR

AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO

DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28%

GASTO DE OPERACIÓN	20	GPM	4.54	(m ³ /h)
GASTO DE DISEÑO	22	GPM	5.00	(m ³ /h)

$$Sm = \frac{1}{1 + Cw * \left(\frac{S_L}{S_s} - 1 \right)}$$

Sm= GREVEDAD ESPECÍFICA DE LA SOLUCIÓN
 S_L= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO
 S_s= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SÓLIDO
 Cw= % DE SÓLIDO EN PESO

DATOS

S _L =	1.00
S _s =	2.32
Cw=	0.28

CALCULO

Sm=	1.19
-----	------

GASTO DE OPERACIÓN	4.54 M ³ / SEG	75.70
DENSIDAD	1189 ton / M ³	
FLUJO MÁSSICO	5403 KG / H	11913
	5943.0 KG / H	13104

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-03 IC-100		REV. A

MEMORIA DE CALCULO
INTERCAMBIADOR DE CALOR
IC-100
LINEAS DE VAPOR
LINEAS DE CONDENSADO

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: C A L C U L O D E DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE VAPOR	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-03 IC-100 REV. A		

DATOS

LINEA No. 2"-VC7BAR-201-CS-16HC
SERVICIO: SUMINISTRO DE VAPOR
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO VAPOR DE CALDERA A 7 BAR
FACTOR DE DISEÑO 1.10
FLUJO DE OPERACIÓN 0.22 LB / SEG 363.93 KG / H
FLUJO DE DISEÑO 0.25 LB / SEG 400.33 KG / H
PRESIÓN ATMOSFERICA 14.7 PSIA 1.03 (kg/cm² abs)
VISCOSIDAD DE DISEÑO 0.150 CP
PESO MOLECULAR 18.00
PRESIÓN INICIAL / FINAL P ENTRADA 101.55 PSIA P SALIDA 101.55 PSIA
TEMPERATURA NORMAL: 340 °F 171 °C 800 °R
MATERIAL DE TUBERÍA: CS ASTM A-53 Gr B CEDULA 80
VELOCIDAD RECOMENDABLE 6900 FT / MIN CAIDA DE PRESIÓN (Ø/100) 0.6-1.3 PSI / 100 FT
2103.12 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE GLOBO	0	340	0
VÁLVULA DE BOLA	0	20	0
VÁLVULA DE DIAFRAGMA	0	40	0
VÁLVULA CHECK	0	350	0
CODO 90°	0	30	0
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	0	52	0
REDUCCIÓN	0	30	0
EXPANSIÓN	0	35	0
		L/D TOTAL=	0

% INCREMENTO CONSIDERADO PARA

FACTOR DE FRICCIÓN 20

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft / min	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f _D	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL EQ. ft	D P TUBERÍA psi	VELOCIDAD FINAL (ft / min)	PRESIÓN FINAL P2 psi
1	0.957	12085.32	3.88E+04	0.03	43.07	32.81	14.13	13166.20	87.42
1 1/2	1.5	4919.26	8.26E+07	0.02	3.48	32.81	1.14	8530.35	100.41
2	1.939	2943.92	6.39E+07	0.02	0.91	32.81	0.30	5564.53	101.25
2 1/2	2.323	2051.08	5.33E+07	0.02	0.35	32.81	0.12	5460.59	101.43
3	2.9	1316.09	4.27E+07	0.02	0.11	1.00	0.00	1004.84	101.55

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO C A L C U L O D E	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO: ERA-2003

DATOS

LINEA No. 3/4"-LPC-201-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDENSADO
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28%

GASTO DE OPERACIÓN	1.60	GPM	0.36	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	1.76	GPM	0.40	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.97					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	171	°F	77	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESISTENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	11.98	2.19E+04	0.03	120.91	41.47	50.14	0	50.14
1/2	0.37	5.25	1.45E+04	0.03	16.70	45.88	7.66	0	7.66
3/4	0.62	1.87	8.66E+03	0.03	1.43	54.72	0.78	0	0.78
1	0.87	0.95	6.17E+03	0.04	0.29	63.55	0.18	0	0.18
1 1/2	1.37	0.38	3.92E+03	0.04	0.03	81.22	0.03	0	0.03
2	1.87	0.21	2.87E+03	0.04	0.01	98.88	0.01	0	0.01

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 4 DE 17															
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO C A L C U L O D E	ELABORO JHL FECHA:															
		REVISO: JRLR FECHA:															
	TITULO: INTERCAMBIADOR DE CALOR IC-100	No. PROYECTO: ERA-2003	No. CALCULO: MEM-03 IC-100	REV. A													
DATOS																	
TAG:	IC-100																
SERVICIO:	CALENTAR SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28% W/W																
AREA:	EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO																
DIAGRAMA DE FLUJO:	DFF-ERA-2003-1																
CONDICIONES DE OPERACIÓN																	
VAPOR																	
PRESIÓN DE SALIDA CALDERA	7 BAR																
PRESIÓN ATMOSFERICA	14.7 PSIA																
PRESIÓN DE OPERACIÓN	101.55 PSIA																
PRESIÓN AMBOSLUTA	116.25 PSIA																
DE TABLAS DE VAPOR																	
PRESIÓN SAT.	116.25 PSIA																
TEMPERATURA SAT	340 °F	171 °C															
CALCULO DESPUES DE LA VÁLVULA REGULADORA																	
CONDICIONES DE OPERACIÓN																	
TAG:	PCV ó PRV-201																
SERVICIO:	REGULAR Y CONTROLAR ENTRADA DE VAPOR																
AREA:	EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO																
DIAGRAMA DE FLUJO:	DFF-ERA-2003-1																
PRESIÓN DE ENTRADA MAX.	7 BAR_ MAN	101.55 PSIG															
PRESIÓN DE SALIDA MIN.	5 BAR_ MAN	72.52 PSIG															
PRESIÓN DE SAT.	87.22 PSIG																
TEMPERA SAT.	320 °F	160 °C															
TOMANDO EN CUENTA UN COMPORTAMIENTO ISOTÉRMICO																	
TEMPERATURA MAXIMA	340 °F	171 °C															
TEMPERATURA MINIMA	320 °F	160 °C															
ESTABLECER CONDICIONES DEL CONDESADOR																	
CONDICIONES DE OPERACIÓN																	
TEMPERATURA MAXIMA	340 °F	171 °C															
TEMPERATURA MINIMA	320 °F	160 °C															
PRESIÓN ESTIMADA MAX.	5 BAR_ MAN	72.52 PSIG															
PRESIÓN ESTIMADA MIN.	4.31 BAR_ MAN	62.52 PSIG															
DP CAMBIADOR DE CALOR ESTIMADO=	0.69 BAR_ MAN	10 PSIG															
FACTOR DISEÑO	1.1																
FLUJO DE SOLUCIÓN	20 GPM	75.71 L / MIN															
FLUJO DE DISEÑO	22 GPM	83.28 L / MIN	4.997 M3 / H														
GRAVEDAD ESPECÍFICA	1.23																
DENSIDAD	1.23 TON / M3	1230 KG / M3															
$\rho = \frac{m}{V}$ $m = \rho * V$																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>ELABORO</th> <th>REVISO</th> <th>APROBO</th> <th>REV</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>JHL</td> <td>ADP</td> <td>JURADO</td> <td>A</td> <td>00-ene-00</td> </tr> </tbody> </table>						DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA		JHL	ADP	JURADO	A	00-ene-00
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA												
	JHL	ADP	JURADO	A	00-ene-00												

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 5 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: INTERCAMBIADOR DE CALOR IC-100	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-03 IC-100	REV. A

DATOS

MASA DE SOLUCIÓN	5,945.50	KG / H
TEMPERATURA DE ENTRADA t_1	40	°C
TEMPERATURA DE SALIDA t_2	45	°C
DT	5	°C
Cp=	1	KCAL / KG °C

$$Q = mCp\Delta T$$

CANTIDAD DE CALOR Q=	29,727.50	KCAL / H
----------------------	-----------	----------

BALANCE DE CALOR PARA INTERCAMBIADOR PRIMERA ETAPA

TEMPERATURA SAT. ENTRADA	339.8	°F	171	°C	} MAXIMA
TEMPERATURA SAT. SALIDA	339.8	°F	171	°C	
CALOR LATENTE I	879.5	BTU / LB	488.58	KCAL / KG	
MASA DEL VAPOR	363.93	KG / H			

CALCULO DE CONDENSADO

TEMPERATURA DE ENTRADA T_1	171	°C
TEMPERATURA DE SALIDA T_2	?	°C
MASA DE CONDESADO	363.93	KG
CAPACIDAD CALORIFICA Cp=	1	KCAL / KG °C

$$Q = m_{CONDENSADO} C_{p_{CONDENSADO}} \Delta T$$

$$T_2 = T_1 - \frac{Q}{mCp}$$

T2 = 89.32 °C

DENSIDAD	1	KG / L
VOLUMEN	363.9	L / H
		1.60
		GPM

TEMPERATURA SAT. ENTRADA	217.6	°F	160	°C	} MINIMA
TEMPERATURA SAT. SALIDA	217.6	°F	160	°C	
CALOR LATENTE I	895.3	BTU / LB	497.35	KCAL / H	
MASA DEL VAPOR	363.93	KG / H			

TEMPERATURA DE ENTRADA T_1	160	°C
TEMPERATURA DE SALIDA T_2	?	°C
MASA DE CONDESADO	?	KG
CAPACIDAD CALORIFICA Cp=	1	KCAL / KG °C

$$Q = m_{CONDENSADO} C_{p_{CONDENSADO}} \Delta T$$

$$T_2 = T_1 - \frac{Q}{mCp}$$

T2 = 78.32 °C

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 6 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE PRECALENTADOR	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-03 IC-100	REV. A

DATOS

TAG: IC-100
SERVICIO: PRECALENTAMIENTO DE LA SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28%
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDENSADO POR EL LADO DE LA CORAZA

MASA DE CONDENSADO 363.93 KG / H
TEMPERATURA DE ENTRADA T₁ = 340 °F 171 °C
TEMPERATURA DE SALIDA T₂ = 193 °F 89.32 °C

SOLUCIÓN POR EL LADO DE LOS TUBOS

MASA DE SOLUCIÓN DE SOLN. SS 28% = 6146 KG / H
TEMPERATURA DE ENTRADA t₁ = 104 °F 40.00 °C
TEMPERATURA DESALIDA t₂ = 113 °F 45.00 °C
CP 1.00

A) CALCULO DEL POTENCIAL DE TEMPERATURA

CALOR 121946.50 BTU / H 30730 KCAL / H

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} \quad R = 16.3367926$$

$$S = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} \quad S = 0.0382$$

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LA TEMPERATURA MEDIA LOGARITMICA
FT = 0.98

B) DETERMINAR LA TEMPERATURA MEDIA LOGARITMICA

$$LMTD = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

LMTD = 147.1

B) CORRECCIÓN CON FACTOR

DT_B = LMTD * FT
DT_B = 144.21

C) DETERMINAR EL ÁREA DE TRANSFERENCIA MEDIANTE

$$Q = U * A * \Delta T_B$$

$$A = \frac{Q}{U * \Delta T_B}$$

SUPONIENDO UN COEFICIENTE U: 100
A = 9.30 FT²

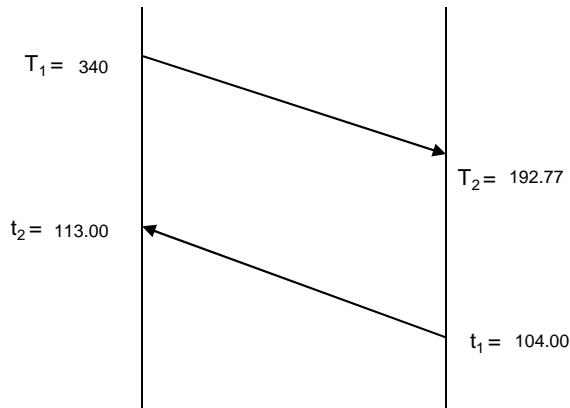
D) DETERMINAR EL NÚMERO DE TUBOS

$$NTC = \frac{A}{(a / \text{pie}) * L}$$

Para diámetros de tubos más frecuentes

Do = a / pie
3/4" 0.1963 FT² / FT lineal de tubos
1" 0.2618 FT² / FT lineal de tubos

a / pie = 0.1963 FT² / FT linea de tubos
LONGITUD DE TUBOS L = 4 FT
NTC = 11.85



PERFIL DE TEMPERATURAS

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 7 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE VAPOR	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-03 IC-100 REV. A

DATOS

LINEA No. 1 1/2"-V2.5PSIA-201-14-CS-16HC
SERVICIO: SUMINISTRO DE VAPOR
AREA: EVAPORADOR IC-101
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO VAPOR DE CALDERA A 7 BAR
FACTOR DE DISEÑO 1.10
FLUJO DE OPERACIÓN 0.17 LB / SEG 273.00 KG / H
FLUJO DE DISEÑO 0.18 LB / SEG 300.30 KG / H
PRESIÓN ATMOSFERICA 14.7 PSIA 1.03 (kg/cm² abs)
VISCOSIDAD DE DISEÑO 0.150 CP
PESO MOLECULAR 18.00
PRESIÓN INICIAL / FINAL P ENTRADA 101.55 PSIA P SALIDA 101.55 PSIA
TEMPERATURA NORMAL: 149 °F 65 °C 609 °R
MATERIAL DE TUBERÍA: CS ASTM A-53 Gr B CEDULA 80
VELOCIDAD RECOMENDABLE 6900 FT / MIN CAIDA DE PRESIÓN (Ø/100) 0.6-1.3 PSI / 100 FT
2103.12 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VALVULA DE GLOBO	0	340	0
VÁLVULA DE BOLA	0	20	0
VALVULA DE DIAFRAGMA	0	40	0
VÁLVULA CHECK	0	350	0
CODO 90°	0	30	0
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	0	52	0
REDUCCIÓN	0	30	0
EXPANSIÓN	0	35	0
L/D TOTAL=			0

% INCREMENTO CONSIDERADO PARA

FACTOR DE FRICCIÓN 20

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft / min	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f _D	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL EQ. ft	D P TUBERÍA psi	VELOCIDAD FINAL (ft / min)	PRESIÓN FINAL P2 psi
1	0.957	6902.53	2.91E+04	0.03	19.17	32.81	6.29	6983.63	95.26
1 1/2	1.5	2809.63	6.19E+07	0.02	1.49	32.81	0.49	4840.69	101.06
2	1.939	1681.42	4.79E+07	0.02	0.39	32.81	0.13	3173.66	101.42
2 1/2	2.323	1171.48	4.00E+07	0.02	0.15	32.81	0.05	3116.79	101.50
3	2.9	751.69	3.20E+07	0.02	0.05	1.00	0.00	1011.42	101.55

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 8 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE VAPOR	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-03 IC-100 REV. A

DATOS

LINEA No. 1 1/2"-V3.5PSIA-201-15-CS-16HC
SERVICIO: SUMINISTRO DE VAPOR
AREA: EVAPORADOR IC-101
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO VAPOR DE CALDERA A 7 BAR
FACTOR DE DISEÑO 1.10
FLUJO DE OPERACIÓN 0.17 LB / SEG 273.00 KG / H
FLUJO DE DISEÑO 0.18 LB / SEG 300.30 KG / H
PRESIÓN ATMOSFERICA 14.7 PSIA 1.03 (kg/cm² abs)
VISCOSIDAD DE DISEÑO 0.150 CP
PESO MOLECULAR 18.00
PRESIÓN INICIAL / FINAL P ENTRADA 101.55 PSIA P SALIDA 101.55 PSIA
TEMPERATURA NORMAL: 140 °F 60 °C 600 °R
MATERIAL DE TUBERÍA: CS ASTM A-53 Gr B CEDULA 80
VELOCIDAD RECOMENDABLE 6900 FT / MIN CAIDA DE PRESIÓN (Ø/100) 0.6-1.3 PSI / 100 FT
2103.12 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VALVULA DE GLOBO	0	340	0
VÁLVULA DE BOLA	0	20	0
VALVULA DE DIAFRAGMA	0	40	0
VÁLVULA CHECK	0	350	0
CODO 90°	0	30	0
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	0	52	0
REDUCCIÓN	0	30	0
EXPANSIÓN	0	35	0
		L/D TOTAL=	0

% INCREMENTO CONSIDERADO PARA

FACTOR DE FRICCIÓN 20

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft / min	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f _D	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL EQ. ft	D P TUBERÍA psi	VELOCIDAD FINAL (ft / min)	PRESIÓN FINAL P2 psi
1	0.957	6800.52	2.91E+04	0.03	18.89	32.81	6.20	6874.61	95.35
1 1/2	1.5	2768.11	6.19E+07	0.02	1.47	32.81	0.48	4768.82	101.07
2	1.939	1656.57	4.79E+07	0.02	0.38	32.81	0.13	3126.71	101.42
2 1/2	2.323	1154.16	4.00E+07	0.02	0.15	32.81	0.05	3070.70	101.50
3	2.9	740.58	3.20E+07	0.02	0.05	1.00	0.00	1033.61	101.55

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 9 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: C A L C U L O D E DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE VAPOR	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-03 IC-100 REV. A		

DATOS

LINEA No.	1 1/2"-V2.8PSIA-201-16-CS-16HC
SERVICIO:	SUMINISTRO DE VAPOR
AREA:	EVAPORADOR IC-101
DIAGRAMA DE FLUJO:	DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO	VAPOR DE CALDERA A 7 BAR					
FACTOR DE DISEÑO	1.10					
FLUJO DE OPERACIÓN	0.17	LB / SEG	273.00	KG / H		
FLUJO DE DISEÑO	0.18	LB / SEG	300.30	KG / H		
PRESIÓN ATMOSFERICA	14.7	PSIA	1.03	(kg/cm ² abs)		
VISCOSIDAD DE DISEÑO	0.150	CP				
PESO MOLECULAR	18.00					
PRESIÓN INICIAL / FINAL		P ENTRADA	101.55	PSIA	P SALIDA	101.55 PSIA
TEMPERATURA NORMAL:	140	°F	60	°C	600	°R
MATERIAL DE TUBERÍA:	CS ASTM A-53 Gr B		CEDULA 80			
VELOCIDAD RECOMENDABLE	6900	FT / MIN	CAIDA DE PRESIÓN (B/100)		0.6-1.3	PSI / 100 FT
	2103.12	M / SEG				

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA	32.81	FT
	10.00	M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VALVULA DE GLOBO	0	340	0
VÁLVULA DE BOLA	0	20	0
VALVULA DE DIAFRAGMA	0	40	0
VÁLVULA CHECK	0	350	0
CODO 90°	0	30	0
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	0	52	0
REDUCCIÓN	0	30	0
EXPANSIÓN	0	35	0
		L/D TOTAL=	0

% INCREMENTO CONSIDERADO PARA

FACTOR DE FRICCIÓN 20

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft / min	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f _D	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL EQ. ft	D P TUBERÍA psi	VELOCIDAD FINAL (ft / min)	PRESIÓN FINAL P2 psi
1	0.957	6800.52	2.91E+04	0.03	18.89	32.81	6.20	6874.61	95.35
1 1/2	1.5	2768.11	6.19E+07	0.02	1.47	32.81	0.48	4768.82	101.07
2	1.939	1656.57	4.79E+07	0.02	0.38	32.81	0.13	3126.71	101.42
2 1/2	2.323	1154.16	4.00E+07	0.02	0.15	32.81	0.05	3070.70	101.50
3	2.9	740.58	3.20E+07	0.02	0.05	1.00	0.00	1033.61	101.55

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 10 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO C A L C U L O D E	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO: ERA-2003

DATOS

LINEA No. 3/4"-LPC-202-17-CS-80-PP
 SERVICIO: LINEA DE CONDENSADO
 AREA: EVAPORADOR IC-1013
 DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28%

GASTO DE OPERACIÓN	1.22	GPM	0.28	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	1.34	GPM	0.30	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.99					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	140	°F	60	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
 POR RESISTENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
 1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
 10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	9.12	1.71E+04	0.03	76.00	41.47	31.51	0	31.51
1/2	0.37	4.00	1.14E+04	0.03	10.57	45.88	4.85	0	4.85
3/4	0.62	1.42	6.77E+03	0.03	0.91	54.72	0.50	0	0.50
1	0.87	0.72	4.83E+03	0.04	0.19	63.55	0.12	0	0.12
1 1/2	1.37	0.29	3.07E+03	0.04	0.02	81.22	0.02	0	0.02
2	1.87	0.16	2.25E+03	0.03	0.00	98.88	0.00	0	0.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 11 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO C A L C U L O D E	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-03 IC-100	REV. A

DATOS

LINEA No. 3/4"-LPC-202-18-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDENSADO
AREA: EVAPORADOR IC-1013
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28%

GASTO DE OPERACIÓN	1.23	GPM	0.28	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	1.35	GPM	0.31	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.98					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	149	°F	65	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESISTENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	9.20	1.71E+04	0.03	76.48	41.47	31.71	0	31.71
1/2	0.37	4.03	1.13E+04	0.03	10.64	45.88	4.88	0	4.88
3/4	0.62	1.44	6.76E+03	0.03	0.92	54.72	0.50	0	0.50
1	0.87	0.73	4.82E+03	0.04	0.19	63.55	0.12	0	0.12
1 1/2	1.37	0.29	3.06E+03	0.04	0.02	81.22	0.02	0	0.02
2	1.87	0.16	2.24E+03	0.03	0.00	98.88	0.00	0	0.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 12 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO C A L C U L O D E	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO: ERA-2003

DATOS

LINEA No. 3/4"-LPC-202-19-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDENSADO
AREA: EVAPORADOR IC-1013
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28%

GASTO DE OPERACIÓN	1.63	GPM	0.37	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	1.79	GPM	0.41	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.98					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	340	°F	171	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP / 100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	12.19	2.27E+04	0.03	126.23	41.47	52.34	0	52.34
1/2	0.37	5.34	1.50E+04	0.03	17.42	45.88	7.99	0	7.99
3/4	0.62	1.90	8.95E+03	0.03	1.49	54.72	0.82	0	0.82
1	0.87	0.97	6.38E+03	0.04	0.30	63.55	0.19	0	0.19
1 1/2	1.37	0.39	4.05E+03	0.04	0.04	81.22	0.03	0	0.03
2	1.87	0.21	2.97E+03	0.04	0.01	98.88	0.01	0	0.01

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 13 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-03 IC-100	REV. A

DATOS

LINEA No. 1"-LAE-202-23-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDENSADOR IC-104
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	2.84 GPM	0.65 (m ³ /h)	FACTOR DE
GASTO DE DISEÑO	3.12 GPM	0.71 (m ³ /h)	DISEÑO 1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9958		
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0 CP		
PRESIÓN DE VAPOR	1.071 PSIA	0.1 (kg/cm ² abs)	
TEMPERATURA NORMAL:	86 °F	30 °C	

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA CEDULA 80
POR RESISTENCIA ELECTRICA (EWR).

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	21.23	4.01E+04	0.02	347.62	41.47	144.14	0	144.14
1/2	0.37	9.31	2.65E+04	0.03	47.09	45.88	21.61	0	21.61
3/4	0.62	3.32	1.58E+04	0.03	3.97	54.72	2.17	0	2.17
1	0.87	1.68	1.13E+04	0.03	0.79	63.55	0.50	0	0.50
1 1/2	1.37	0.68	7.17E+03	0.03	0.09	81.22	0.08	0	0.08
2	1.87	0.36	5.25E+03	0.04	0.02	98.88	0.02	0	0.02
2 1/2	2.37	0.23	4.14E+03	0.04	0.01	116.55	0.01	1	0.01
3	2.87	0.15	3.42E+03	0.04	0.00	134.22	0.00	2	0.00
4	3.87	0.09	2.54E+03	0.04	0.00	169.55	0.00	3	0.00
6	5.87	0.04	1.67E+03	0.04	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 14 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO C A L C U L O D E	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO: ERA-2003

DATOS

LINEA No. 1"-LAE-202-24-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-104
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	2.84 GPM	0.65 (m ³ /h)	FACTOR DE
GASTO DE DISEÑO	3.12 GPM	0.71 (m ³ /h)	DISEÑO 1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9958		
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0 CP		
PRESIÓN DE VAPOR	1.071 PSIA	0.1 (kg/cm ² abs)	
TEMPERATURA NORMAL:	86 °F	30 °C	

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA CEDULA 80
POR RESISTENCIA ELECTRICA (EWR).

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	21.23	4.01E+04	0.02	347.62	41.47	144.14	0	144.14
1/2	0.37	9.31	2.65E+04	0.03	47.09	45.88	21.61	0	21.61
3/4	0.62	3.32	1.58E+04	0.03	3.97	54.72	2.17	0	2.17
1	0.87	1.68	1.13E+04	0.03	0.79	63.55	0.50	0	0.50
1 1/2	1.37	0.68	7.17E+03	0.03	0.09	81.22	0.08	0	0.08
2	1.87	0.36	5.25E+03	0.04	0.02	98.88	0.02	0	0.02
2 1/2	2.37	0.23	4.14E+03	0.04	0.01	116.55	0.01	1	0.01
3	2.87	0.15	3.42E+03	0.04	0.00	134.22	0.00	2	0.00
4	3.87	0.09	2.54E+03	0.04	0.00	169.55	0.00	3	0.00
6	5.87	0.04	1.67E+03	0.04	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 15 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-03 IC-100 REV. A

DATOS

LINEA No. 1"-LAE-202-25-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-104
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	1.21 GPM	0.27 (m ³ /h)	FACTOR DE DISEÑO	1.10
GASTO DE DISEÑO	1.33 GPM	0.30 (m ³ /h)		
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0 CP			
PRESIÓN DE VAPOR	1.071 PSIA	0.1 (kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86 °F	30 °C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA CEDULA 80
POR RESISTENCIA ELECTRICA (EWR).

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	9.05	1.70E+04	0.03	74.98	41.47	31.09	0	31.09
1/2	0.37	3.97	1.13E+04	0.03	10.43	45.88	4.79	0	4.79
3/4	0.62	1.41	6.73E+03	0.03	0.90	54.72	0.49	0	0.49
1	0.87	0.72	4.79E+03	0.04	0.18	63.55	0.12	0	0.12
1 1/2	1.37	0.29	3.04E+03	0.04	0.02	81.22	0.02	0	0.02
2	1.87	0.16	2.23E+03	0.03	0.00	98.88	0.00	0	0.00
2 1/2	2.37	0.10	1.76E+03	0.04	0.00	116.55	0.00	1	0.00
3	2.87	0.07	1.45E+03	0.04	0.00	134.22	0.00	2	0.00
4	3.87	0.04	1.08E+03	0.06	0.00	169.55	0.00	3	0.00
6	5.87	0.02	7.11E+02	0.09	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 16 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: C A L C U L O D E DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE VAPOR	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-03 IC-100 REV. A		

DATOS

LINEA No. 1 1/2"-V2.3PSIA-201-16-CS-16HC
SERVICIO: SUMINISTRO DE VAPOR
AREA: EVAPORADOR IC-101
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO VAPOR DE CALDERA A 7 BAR
FACTOR DE DISEÑO 1.10
FLUJO DE OPERACIÓN 1.65 LB / SEG 13102.77 KG / H
FLUJO DE DISEÑO 1.82 LB / SEG 14413.05 KG / H
PRESIÓN ATMOSFERICA 14.7 PSIA 1.03 (kg/cm² abs)
VISCOSIDAD DE DISEÑO 0.150 CP
PESO MOLECULAR 18.00
PRESIÓN INICIAL / FINAL P ENTRADA 101.55 PSIA P SALIDA 101.55 PSIA
TEMPERATURA NORMAL: 176 °F 80 °C 636 °R
MATERIAL DE TUBERÍA: CS ASTM A-53 Gr B CEDULA 80
VELOCIDAD RECOMENDABLE 6900 FT / MIN CAIDA DE PRESIÓN (Ø/100) 0.6-1.3 PSI / 100 FT
2103 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VALVULA DE GLOBO	0	340	0
VÁLVULA DE BOLA	0	20	0
VALVULA DE DIAFRAGMA	0	40	0
VÁLVULA CHECK	0	350	0
CODO 90°	0	30	0
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	0	52	0
REDUCCIÓN	0	30	0
EXPANSIÓN	0	35	0
		L/D TOTAL=	0
% INCREMENTO CONSIDERADO PARA FACTOR DE FRICCIÓN			20

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft / min	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f _D	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL EQ. ft	DP TUBERÍA psi	VELOCIDAD FINAL (ft / min)	PRESIÓN FINAL P2 psi
1	0.957	71159.23	2.87E+05	0.03	1631.90	32.81	535.40	-18887.16	-433.85
1 1/2	1.5	28964.94	2.97E+09	0.02	151.73	32.81	49.78	97282.72	51.77
2	1.939	17334.03	2.30E+09	0.02	39.48	32.81	12.95	36653.84	88.60
2 1/2	2.323	12076.93	1.92E+09	0.02	15.32	32.81	5.03	33788.17	96.52
3	2.9	7749.24	1.54E+09	0.02	4.80	1.00	0.05	9414.21	101.50
3 1/2	3.5	5320.09	1.27E+09	0.02	1.80	2.00	0.04	7800.01	101.51
4	3.939	4200.33	1.13E+09	0.02	0.97	3.00	0.03	6930.53	101.52

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 17 DE 17
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO C A L C U L O D E	ELABORÓ JHL Fecha
		REVISÓ: ADP Fecha
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-03 IC-100	REV. A

DATOS

LINEA No. 2 1/2"-LAE-202-43-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDENSADOR IC-104
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	42.45 GPM	9.64 (m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	46.70 GPM	10.61 (m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9958			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0 CP			
PRESIÓN DE VAPOR	1.071 PSIA	0.1 (kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86 °F	30 °C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA CEDULA 80
POR RESISTENCIA ELECTRICA (EWR).

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	317.39	5.99E+05	0.02	58046.39	41.47	24068.97	0	24068.97
1/2	0.37	139.16	3.97E+05	0.02	7085.89	45.88	3251.13	0	3251.13
3/4	0.62	49.56	2.37E+05	0.02	532.75	54.72	291.49	0	291.49
1	0.87	25.17	1.69E+05	0.02	100.25	63.55	63.70	0	63.70
1 1/2	1.37	10.15	1.07E+05	0.02	10.98	81.22	8.92	0	8.92
2	1.87	5.45	7.85E+04	0.02	2.44	98.88	2.42	0	2.42
2 1/2	2.37	3.39	6.19E+04	0.02	0.78	116.55	0.91	0	0.91
3	2.87	2.31	5.11E+04	0.02	0.31	134.22	0.42	0	0.42
4	3.87	1.27	3.79E+04	0.02	0.07	169.55	0.13	0	0.13
6	5.87	0.55	2.50E+04	0.02	0.01	240.22	0.02	0	1.02

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-04 MUL-EFEC		REV. A

MEMORIA DE CALCULO MULTIPLE EFECTO

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO MEM-04 MUL-EFEC REV. A

DATOS

TAG IC-101/ 102 / 103
SERVICIO: EVAPORACIÓN DE MULTIPLE EFECTO
SULFATO DE SODIO AL 28% w/w A EVAPORADOR
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28%
FLUJO 5945.5 KG/H
GASTO DE OPERACIÓN 20 GPM 4.54 (m³/h)
GASTO DE DISEÑO 22 GPM 5.00 (m³/h)
GARAVEDAD ESPECÍFICA 1.23
VISCOSIDAD DE DISEÑO 1 cp
PRESIÓN DE VAPOR 1.071 PSIA 0.1 (kg/cm² abs)
TEMPERATURA NORMAL / MAX: 104 °F 40 °C
PRESIÓN BAROMÉTRICA 14.7 PSIA 1.034 (kg/cm² abs)

1.- CALCULO DE CONCENTRACIONES

$$\bar{x}_A = 0.28$$

$$\bar{x}_1 = \bar{x}_p = 0.33$$

$$\bar{x}_2 = \frac{\bar{x}_A}{1 - \left(\frac{2}{N}\right)\left(\frac{\bar{x}_p - \bar{x}_A}{\bar{x}_p}\right)} \quad \bar{x}_2 = \frac{0.28}{1 - \frac{2}{3}\left(\frac{0.33 - 0.28}{0.33}\right)} = 0.31$$

$$\bar{x}_3 = \frac{\bar{x}_A}{1 - \left(\frac{1}{N}\right)\left(\frac{\bar{x}_p - \bar{x}_A}{\bar{x}_p}\right)} \quad \bar{x}_3 = \frac{0.28}{1 - \left(\frac{1}{3}\right)\left(\frac{0.33 - 0.28}{0.33}\right)} = 0.29$$

2.- CALCULO DE CANTIDAD DE EVAPORADO Y SALIDA DE LA SOLUCIÓN POR ETAPA

$$M_A \bar{x}_A = M_3 \bar{x}_3 = M_2 \bar{x}_2$$

$$M_3 = \frac{M_A \bar{x}_A}{\bar{x}_3}$$

$$M_A = 5945.5 \quad \text{KG/ H}$$

$$M_3 = 5645.2 \quad \text{KG/ H}$$

$$E_1 = E_2 = E_3$$

$$M_A = E_1 + M_3$$

$$E_1 = 300.28 \quad \text{KG/ H}$$

$$E_2 = 300.28 \quad \text{KG/ H}$$

$$E_3 = 300.28 \quad \text{KG/ H}$$

3.- CALCULO DE LAS MASAS

$$M_3 = E_2 + M_2$$

$$M_2 = M_3 - E_2 \quad 5344.94 \quad \text{KG/ H}$$

$$M_2 = E_1 + M_p$$

$$M_p = M_2 - E_1 \quad 5044.67 \quad \text{KG/ H}$$

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-04 MUL-EFEC REV. A

4.- CALCULO DE LAS TEMPERATURAS PRIMERA ETAPA

$$\Delta t_1 = T_v - t_1$$

t_1 = Temperatura de ebullición de la solución

T_v = Temperatura del vapor disponible en cabezal

ta_1 = Temperatura de ebullición del agua en el espacio vapor

Tv maxima =	171	°C	De tablas determinar (APE) =		
Tv minima =	160	°C	APE =	Aumento en el punto de ebullición de la solución	
Presión de entrada =	5	Bar			
D t Supuesta =	106	°C			
t_1 =	65	°C	} APE =	149	
x_1 =	0.33			9	°C
ta_1 =	56	°C			

5.- CALCULO DE LA PRESION EN LA PRIMERA ETAPA

Pa_1 =	2.4	psia	
$PV_{a_1} = Patm - Pa_1$			
$Patm$ =	14.7		
Va_1 =	12.3	25.04	in Hg Vacío requerido para la primera etapa de evaporación

6.- CALCULO DE LA PRESION EN LA SEGUNDA ETAPA

Tomando en cuenta que hay un incremento de vacío entre cada etapa para el buen funcionamiento del sistema

$P_{a_1} = P_{a_1} - P_1 * 0.1$	=	2.16	psia	
ta_2 =	54.22	°C	} APE =	
x_2 =	0.31			6
t_2 =	60.22	°C		140.396

7.- CALCULO DE LA PRESION EN LA TERCERA ETAPA

$P_{a_3} = P_{a_2} - P_2 * 0.1$	=	1.94		
ta_3 =	50.12	°C	} APE =	
x_3 =	0.29			4
t_3 =	54.12	°C		

8.- CALCULO DE COEFICIENTES GLOBALES DE CALOR

$U_1 = U_2 = U_3$	
$A_1 = A_2 = A_3$	
$E_1 = E_2 = E_3$	
$Q_1 = Q_2 = Q_3$	
$\Delta t_1 = T_v - t_1$	106
$\Delta t_2 = t_1^1 - t_2$	4.78
$\Delta t_3 = t_2^1 - t_3$	6.1
	8.604

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 4 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-04 MUL-EFEC REV. A

8.- CALCULO DE COEFICIENTES GLOBALES DE CALOR

ETAPA NO.	DT °C	t _{ca} °C	t _i °C	l kcal /kg	H _{E'} kcal /kg	H _E kcal /kg	H _I kcal /kg
1	0.33	106	56	65	565.5	621.5	625.1
2	0.31	4.78	54.22	60.22	566.7	620.7	623.1
3	0.29	6.1	50.12	54.12	569	619	620.6

ENTALPIAS PROMEDIO	[] ₁	623.8	
	[] ₂	686.2	685.38
	[] ₃	746.2	

9.- CALCULO DE LA CANTIDAD DE CALOR

816697 BTU

$$Q_1 = E_1 []_1 \quad 205804.18 \quad \text{kca / h}$$

$$Q_2 = E_2 []_2 \quad 205804.18 \quad \text{kca / h}$$

$$Q_3 = E_3 []_3 \quad 205804.1831 \quad \text{kca / h}$$

$$A = \frac{Q}{U \Delta T} =$$

10.- CALCULO DE LA CANTIDAD DE VAPOR NECESARIO

$$M_v = \lambda_v = E_1 []_1$$

$$M_v = \frac{E_1 []_1}{\lambda_v}$$

M_v = 363.93 KG/ H

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-04 MUL-EFEC REV. A

11.- CALCULO DE ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR

$$A = \frac{Q}{U \Delta T}$$

Q= 205804.1831 816697.062
U= 250.00
DT= 8.604
A= 379.682502 FT²

$$NTC = \frac{A}{(a / \text{pie}) * L}$$

a / pie = 0.1963
L= 8
NTC= 241.77439

Para diámetros de tubos más frecuentes

Do =	a / pie	
3/4"	0.1963	FT ² / FT líneal de tubos
1"	0.2618	FT ² / FT líneal de tubos

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	FACULTAD DE QUIMICA	HOJA:	DE	
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO C A L C U L O D E	ELABORÓ	JHL	FECHA:
			REVISÓ:	ADP	FECHA:
	TITULO:	EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO	No. PROYECTO:	ERA-2003	
No. CALCUL			MEM-02 P-01	REV. A	

DATOS

TAG
SERVICIO: EVAPORACIÓN DE MULTIPLE EFECTO
SULFATO DE SODIO AL 28% w/w A EVAPORADOR
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO	SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28%			
FLUJO	5945.5	KG/H		
GASTO DE OPERACIÓN	20	GPM	4.54	(m³/h)
GASTO DE DISEÑO	22	GPM	5.00	(m³/h)
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.23			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	cp		
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm² abs)
TEMPERATURA NORMAL / MAX:	104	°F	40	°C
PRESIÓN BAROMÉTRICA	14.7	PSIA		1.034 (kg/cm² abs)

DETERMINACIÓN DEL LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN

COMPUESTO	COMPOSICIÓN	% W/W	kg	PESO MOLECULAR	KG MOL	FRACCIÓN MOL
SULFATO DE SODIO	NA2SO4	31%	1843.105	142	12.98	0.06
METIONINA	METIONINA	6%	356.73	149	2.39	0.01
AGUA	H2O	63%	3745.665	18	208.09	0.93
		100%	5945.5		223.47	1.00

	FRACCIÓN	FRACCIÓN MOL SOLUTO
$Na_2SO_4 \rightarrow 2Na^+ + SO_4^{=}$	KG MOL	MOL
1 $\xrightarrow{\quad}$ 3	38.94	0.156114103
12.98 $\xrightarrow{\quad}$ 38.94	2.39	0.009598702
	208.09	0.834287195
	249.4255	1.00

$$\Delta T = \left(\frac{RT_{eb}^2}{\Delta h_{eb}^{vap}} \right) (fracción\ del\ soluto)$$

COEFICIENTE DE LOS GASES R:	8.311	K JOULE / KG MOL K
TEMPERATURA DE EBULLICIÓN	65	°C
	338.15	K
Dh =	2346.3	K JOULE/ KG
DT =	3.73	
T EBUULLICIÓN SOLN.	341.9	K
	68.7	°C
	155.7	°F

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
		REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
No. CALCULO: <u>MEM-05 P-02</u> <u>REV. A</u>		

MEMORIA DE CALCULO
BOMBA CENTRIFUGA
P-102

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: BOMBA CENTRIFUGA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO <u>MEM-05 P-02</u> <u>REV. A</u>

DATOS

TAG: P-102
SERVICIO: BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 29% w/w AL 2o EVAPORADOR
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 29%

GASTO DE OPERACIÓN	19	GPM	4.27	(m ³ /h)
GASTO DE DISEÑO	21	GPM	4.70	(m ³ /h)
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.20			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	cp		
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)
TEMPERATURA NORMAL / MAX:	104	°F	40	°C
PRESIÓN BAROMÉTRICA	14.7	PSIA	1.033512	(kg/cm ² abs)

SECUENCIA DE CÁLCULO

TUBERÍA DE LA SUCCIÓN DE LA BOMBA

PRESIÓN DEL SISTEMA P1=	14.7	PSIA	1.033512	(kg/cm ² abs)
ALTURA DE SUCCIÓN	0	FT	0	m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	FACTOR Fr (ft)	DISPONIBLE NPSH (ft)	PRESIÓN SUCCIÓN (psig)
2	1.87	0.31	0.02	25.891	-0.310

TUBERÍA DE DESCARGA DE LA BOMBA

PRESIÓN DEL SISTEMA P2=	24.7	PSIA	1.736582	(kg/cm ² abs)
ALTURA DE DESCARGA	18.045	FT	5.5	m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	PRESIÓN DESCARGA (psig)
1 1/2	1.37	2.76	
MEDIDOR DE FLUJO		2.00	
IC-102		10.00	
TOTAL		14.76	34.15

DIAMETRO SELECCIONADO: 1 1/2 in

RESUMEN

GASTO DE DISEÑO:	21 GPM
NPSH DISPONIBLE:	25.89 FT
PRESIÓN DIFERENCIAL:	34.46 PSIG
WHP:	0.4 HP
CARGA DINÁMICA TOTAL:	66 FT
EFICIENCIA:	30 %
FACTOR DE SERVICIO:	1.15
BHP MOTOR CALCULADO:	1.38

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE SUCCIÓN	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-05 P-02 REV. A

DATOS

LINEA No. 2"-SS29-103-SS316L-16HC
SERVICIO: SUCCIÓN DE BOMBA P-102
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 29%

GASTO DE OPERACIÓN	21	GPM	4.70	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	23	GPM	5.17	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.20					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	104	°F	40	°C		
MATERIAL DE TUBERÍA:	ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L				CEDULA	16
VELOCIDAD RECOMENDABLE	4	FT / SEG				
	1.22	M / SEG				

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 6.56 FT
2.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	3	30	90
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
SALIDA	1	52	52
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	212

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	24.15	1.39E+05	0.02	164.2769431	17.52	28.77	0	28.77312814
1	0.87	12.27	9.92E+04	0.02	31.37611188	21.93	6.88	0	6.881308388
1 1/2	1.37	4.95	6.30E+04	0.02	3.48947113	30.77	1.07	0	1.073536251
2	1.87	2.66	4.62E+04	0.02	0.782887136	39.60	0.31	0	0.31001036
2 1/2	2.37	1.65	3.64E+04	0.02	0.251858393	48.43	0.12	0	0.12197925

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 4 DE 5
	PROYECTO <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DESCARGA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO: <u>MEM-05 P-02</u> REV. A

DATOS

LINEA No. 1-1/2"-SS29-104-SS316L-16HC
SERVICIO: DESCARGA DE BOMBA P102
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 29%

GASTO DE OPERACIÓN 21 GPM 4.70 (m³/h) FACTOR DE
GASTO DE DISEÑO 23 GPM 5.17 (m³/h) DISEÑO 1.10

GARAVEDAD ESPECÍFICA 1.20
VISCOSIDAD DE DISEÑO 1.0 CP
PRESIÓN DE VAPOR 1.071 PSIA 0.1 (kg/cm² abs)
TEMPERATURA NORMAL: 104 °F 40 °C

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L CEDULA 16
VELOCIDAD RECOMENDABLE 8 FT / SEG
2.44 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	406

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	24.15	1.39E+05	0.02	164.28	53.79	88.36	0	88.36
1	0.87	12.27	9.92E+04	0.02	31.38	62.24	19.53	0	19.53
1 1/2	1.37	4.95	6.30E+04	0.02	3.49	79.16	2.76	0	2.76
2	1.87	2.66	4.62E+04	0.02	0.78	96.08	0.75	0	0.75
2 1/2	2.37	1.65	3.64E+04	0.02	0.25	112.99	0.28	0	0.28

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E BOMBA CENTRIFUGA	REVISÓ: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
TITULO:	No. CALCULO: MEM-05 P-02	REV. A

DATOS

TAG: P-102

SERVICIO: BOMBA DE DISTRIBUCION DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 29% w/w A EVAPORADOR

AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO

DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 29%

GASTO DE OPERACIÓN: 19 GPM 4.27 (m³/h)

GASTO DE DISEÑO: 21 GPM 4.70 (m³/h)

$$Sm = \frac{1}{1 + Cw * \left(\frac{S_L}{S_s} - 1 \right)}$$

Sm= GREVEDAD ESPECÍFICA DE LA SOLUCIÓN
 S_L= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO
 S_s= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SÓLIDO
 Cw= % DE SÓLIDO EN PESO

DATOS

S_L= 1.00
 S_s= 2.32
 Cw= 0.29

CALCULO

Sm= 1.2016

MASA = 5645.2 KG/ H 12447.666

$$\rho = \frac{masa}{volumen}$$

Γ = 1.202 kg/ l

VOLUMEN = 4698 I / H
 FLUJO DE DISEÑO = 78 L / MIN
 FLUJO DE DISEÑO = 21 GPM

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-06 P-103		REV. A

MEMORIA DE CALCULO
BOMBA CENTRIFUGA
P-103

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: BOMBA CENTRIFUGA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO <u>MEM-06 P-103</u> REV. A

DATOS

TAG P-103
SERVICIO: BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 31% w/w AL 3er EVAPORADOR
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%

GASTO DE OPERACIÓN	18	GPM	4.00	(m ³ /h)
GASTO DE DISEÑO	19	GPM	4.40	(m ³ /h)
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.22			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	cp		
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)
TEMPERATURA NORMAL / MAX:	104	°F	40	°C
PRESIÓN BAROMÉTRICA	14.7	PSIA	1.033512	(kg/cm ² abs)

SECUENCIA DE CÁLCULO

TUBERÍA DE LA SUCCIÓN DE LA BOMBA

PRESIÓN DEL SISTEMA P1= 14.7 PSIA 1.033512 (kg/cm² abs)
ALTURA DE SUCCIÓN 0 FT 0 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	FACTOR Fr (ft)	DISPONIBLE NPSH (ft)	PRESIÓN SUCCIÓN (psig)
2	1.87	0.28	0.02	25.626	-0.278

TUBERÍA DE DESCARGA DE LA BOMBA

PRESIÓN DEL SISTEMA P2= 24.7 PSIA 1.736582 (kg/cm² abs)
ALTURA DE DESCARGA 18.045 FT 5.5 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	PRESIÓN DESCARGA (psig)
1 1/2	1.37	2.48	
MEDIDOR DE FLUJO		2.00	
IC-103		10.00	
TOTAL		14.48	33.97

DIAMETRO SELECCIONADO 1 1/2 in

RESUMEN

GASTO DE DISEÑO: 19 GPM
NPSH DISPONIBLE: 26 FT
PRESIÓN DIFERENCIAL: 34 PSIG
WHP: 0.4 HP
CARGA DINÁMICA TOTAL: 65 FT
EFICIENCIA: 30 %
FACTOR DE SERVICIO: 1.15
BHP MOTOR CALCULADO: 1.28

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE SUCCIÓN	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-06 P-103 REV. A

DATOS

LINEA No. 2"-SS31-105-SS316L-16HC
SERVICIO: SUCCIÓN DE BOMBA P-103
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%

GASTO DE OPERACIÓN	19	GPM	4.40	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	21	GPM	4.84	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.22					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	104	°F	40	°C		
MATERIAL DE TUBERÍA:	ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L				CEDULA	16
VELOCIDAD RECOMENDABLE	4	FT / SEG				
	1.22	M / SEG				

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 6.56 FT
2.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	3	30	90
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
SALIDA	1	52	52
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	212

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	22.61	1.32E+05	0.02	146.8212603	17.52	25.72	0	25.71576301
1	0.87	11.48	9.39E+04	0.02	28.08242375	21.93	6.16	0	6.158947253
1 1/2	1.37	4.63	5.97E+04	0.02	3.127680794	30.77	0.96	0	0.962231407
2	1.87	2.49	4.37E+04	0.02	0.702252507	39.60	0.28	0	0.278080381
2 1/2	2.37	1.55	3.45E+04	0.02	0.226032913	48.43	0.11	0	0.109471537

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 4 DE 5
	PROYECTO PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORÓ JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISÓ: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DESCARGA	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-06 P-103 REV. A

DATOS

LINEA No. 1-1/2"-SS31-106-SS316L-16HC
SERVICIO: DESCARGA DE BOMBA P103
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%

GASTO DE OPERACIÓN 19 GPM 4.40 (m³/h) FACTOR DE
GASTO DE DISEÑO 21 GPM 4.84 (m³/h) DISEÑO 1.10

GARAVEDAD ESPECÍFICA 1.22

VISCOSIDAD DE DISEÑO 1.0 CP

PRESIÓN DE VAPOR 1.071 PSIA 0.1 (kg/cm² abs)

TEMPERATURA NORMAL: 104 °F 40 °C

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L CEDULA 16

VELOCIDAD RECOMENDABLE 8 FT / SEG
2.44 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	406

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	22.61	1.32E+05	0.02	146.82	53.79	78.97	0	78.97
1	0.87	11.48	9.39E+04	0.02	28.08	62.24	17.48	0	17.48
1 1/2	1.37	4.63	5.97E+04	0.02	3.13	79.16	2.48	0	2.48
2	1.87	2.49	4.37E+04	0.02	0.70	96.08	0.67	0	0.67
2 1/2	2.37	1.55	3.45E+04	0.02	0.23	112.99	0.26	0	0.26

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	C A L C U L O D E BOMBA CENTRIFUGA	No. PROYECTO:	ERA-2003		
No. CALCULO			MEM-06 P-103	REV.	A	

DATOS

TAG: P-103
SERVICIO: BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 31% w/w AL 3er EVAPORADOR
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%
GASTO DE OPERACIÓN: 18 GPM 4.00 (m³/h)
GASTO DE DISEÑO: 19 GPM 4.40 (m³/h)

$$Sm = \frac{1}{1 + Cw * \left(\frac{S_L}{S_s} - 1 \right)}$$

Sm= GREVEDAD ESPECÍFICA DE LA SOLUCIÓN
S_L= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO
S_s= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SÓLIDO
Cw= % DE SÓLIDO EN PESO

DATOS

S_L= 1.00
S_s= 2.32
Cw= 0.31

CALCULO

Sm= 1.22
MASA = 5345 KG/ H
 $\rho = \frac{masa}{volumen}$
r = 1.22 KG / L
VOLUMEN = 4398 M3 / H
FLUJO DE DISEÑO = 73 L / MIN
FLUJO DE DISEÑO = 19 GPM

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	C A L C U L O D E BOMBA CENTRIFUGA	No. PROYECTO:	ERA-2003		
No. CALCULO			MEM-06 P-103	REV.	A	

DATOS

TAG: EA-103
SERVICIO: DESCARGA DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 33% w/w del 3er EVAPORADOR
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%
GASTO DE OPERACIÓN: 18 GPM 4.10 (m³/h)
GASTO DE DISEÑO: 20 GPM 4.51 (m³/h)

$$Sm = \frac{1}{1 + Cw * \left(\frac{S_L}{S_s} - 1 \right)}$$

Sm= GREVEDAD ESPECÍFICA DE LA SOLUCIÓN
S_L= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO
S_s= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SÓLIDO
Cw= % DE SÓLIDO EN PESO

DATOS

S_L= 1.00
S_s= 2.32
Cw= 0.33

CALCULO

Sm= 1.23

MASA = 5044.6 KG/ H

$$\rho = \frac{masa}{volumen}$$

r = 1231 TON / M³

VOLUMEN = 4 M3 / H
FLUJO DE OPERACIÓN = 68 L / MIN
FLUJO DE OPERACIÓN = 18 GPM

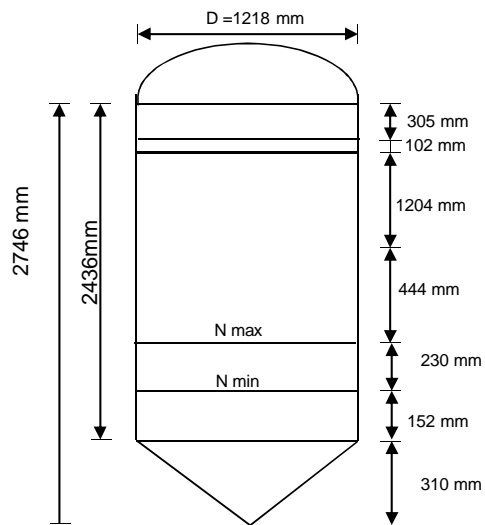
DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	REVISÓ: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: 07-MEM FA-101 REV. A

DATOS DE DISEÑO	
TAG'S:	FA-101
CANTIDAD:	UNO (1)
SERVICIO:	TANQUE FALSH PARA EVAPORADOR IC-101
DIAMETRO INTERIOR	47.95 [PULG]
LONG. TAN-TAN	95.91 [PULG.]
ESFUERZO PERMISIBLE	17500 [PSIG]
CORROSION PERMISIBLE	0.125 [PULG.]
RADIOGRAFIADO EN CUERPO	1.00 [%]
RADIOGRAFIADO EN CABEZAS	1.00 [%]
PRESION DE DISEÑO	30.00 [PSIG]
NIVEL LIQUIDO DE OP. DESDE TANG.	8.93 [PIES]
DENSIDAD RELATIVA LIQUIDO OP.	1.19 []
ESPESOR MINIMO	0.19 [PULG.]
REDONDEO ESPESOR	1/16 [PULG.]
TAPA PLANA (ESPESOR)	0 [PULG.]
CABEZAS TIPO	4
(1=ELIP. 2=1; 2 =F & D , 3 = HEMISFERICA; 4 =CONICA)	
ANGULO DE CONO	30 [o]

R E S U L T A D O S	
ESPESOR DEL CUERPO CALCULADO	0.17 [PULG]
ESPESOR DE CABEZA CALCULADO	----- [PULG]
ESPESOR DE CONO CALCULADO	0.18 [PULG]
ESPESOR NOMINAL DEL CUERPO	0.19 [PULG]
ESPESOR NOMINAL DE CABEZA	0.19 [PULG]
ESPESOR NOMINAL DE CONO	0.19 [PULG]
PRES. MAX. PERM. DE OPERACION	39.25 [PSIG]
PRE. PRUEBA HIDROSTATICA	58.87 [PSIG]
VOLUMEN TOTAL	3.11 [M ³]
AREA TOTAL	12.01 [M ²]
PESO VACIO	1249.98 [kg]
PESO LLENO DE AGUA	4361.08 [kg]
VOLUMEN DEL CUERPO	100.23 [FT ³]
VOLUMEN DE LA CABEZA	4.85 [FT ³]
VOLUMEN DEL CONO	4.85 [FT ³]
AREA DEL CUERPO	100.30 [FT ²]
AREA DE LA CABEZA	14.48 [FT ²]
AREA DEL CONO	14.48 [FT ²]
PESO DEL CUERPO	767.22 [Lb]
PESO DE LA CABEZA	110.77 [Lb]
PESO DE CONO	110.77 [Lb]
PESO DE LA TAPA PLANA	----- [Lb]
AREA DE LA TAPA PLANA	----- [FT ²]

NOTAS:
1. SE CONSIDER0 UN 170% MAS DE PESO POR LAS BOQUILLAS
2. LA PRES MAX.PERM. DE OPERACION ESTA CONSIDERADA A LAS CONDICIONES CORROIDAS



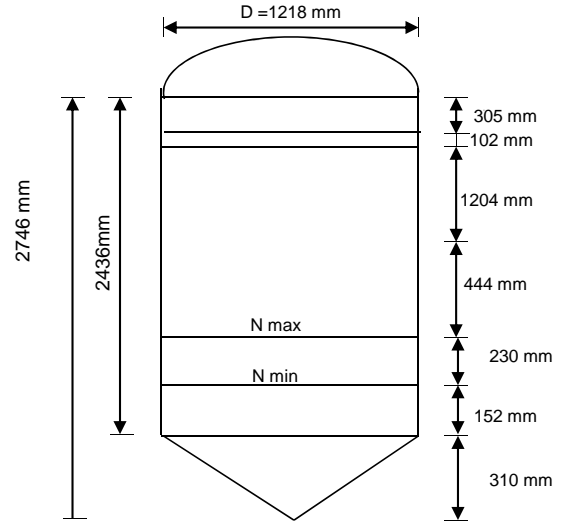
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 4 DE 5			
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:			
	C A L C U L O D E TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	REVISOR: ADP FECHA:			
		No. PROYECTO: ERA-2003			
		No. CALCULO: 07-MEM FA-101 REV. A			
DATOS MISCELANEOS					
PRESION HIDROSTATICA	SELECCIÓN				
CUERPO 4.60 [PSI]	CUERPO 4.60 [PSI]				
CABEZA ELIP. 2:1 5.12 [PSI]					
CABEZAF&D ASME 4.95 [PSI]	CABEZA TIPO CONICA 6.39 [PSI]				
CABEZA HEMISFERICA 5.63 [PSI]					
CABEZA CONICA 6.39 [PSI]					
ESPESOR CALCULADO	SELECCIÓN				
CUERPO 0.17 [PULG.]	CUERPO 0.17 [PULG.]				
CABEZA ELIP. 2:1 0.17 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.21 [PULG.]	CABEZA TIPO CONICA 0.18 [PULG.]				
CABEZA HEMISFERICA 0.15 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.18 [PULG.]					
ESPESOR NOMINAL	SELECCIÓN				
CUERPO 0.19 [PULG.]	CUERPO 0.19 [PULG.]				
CABEZA ELIP. 2:1 0.19 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.25 [PULG.]	CABEZA TIPO CONICA 0.19 [PULG.]				
CABEZA HEMISFERICA 0.19 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.19 [PULG.]					
AREA	SELECCIÓN				
CUERPO 100.30 [PIES 2]	CUERPO 100.30 [PIE 2]				
CABEZA ELIP. 2:1 17.40 [PIES 2]					
CABEZAF&D ASME 14.66 [PIES 2]	CABEZA TIPO CONICA 14.48 [PIE 2]				
CABEZA HEMISFERICA 25.06 [PIES 2]					
CABEZA CONICA 14.48 [PIES 2]					
TAPA PLANA 12.57 [PIES 2]					
PESO	SELECCIÓN				
CUERPO 767.2 [Lbs]	CUERPO 767.2 [Lbs]				
CABEZA ELIP. 2:1 133.13 [Lbs]					
CABEZAF&D ASME 149.50 [Lbs]	CABEZA TIPO CONICA 110.77 [Lbs]				
CABEZA HEMISFERICA 191.72 [Lbs]					
CABEZA CONICA 110.77 [Lbs]					
TAPA PLANA 0.00 [Lbs]					
VOLUMEN	SELECCIÓN				
CUERPO 100.23 [PIES 3]	CUERPO 100.23 [PIES 3]				
CABEZA ELIP. 2:1 8.14 [PIES 3]					
CABEZAF&D ASME 4.96 [PIES 3]	CABEZA TIPO CONICA 4.85 [PIES 3]				
CABEZA HEMISFERICA 16.71 [PIES 3]					
CABEZA CONICA 4.85 [PIES 3]					
PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE TRABAJO	SELECCIÓN				
CUERPO 45.31 [PSIG]	CUERPO 45.31 [PIES 3]				
CABEZA ELIP. 2:1 45.37 [PSIG]					
CABEZAF&D ASME 51.40 [PSIG]	CABEZA TIPO CONICA 39.25 [PIES 3]				
CABEZA HEMISFERICA 90.72 [PSIG]					
CABEZA CONICA 39.25 [PSIG]					
PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA	SELECCIÓN				
(1.5 VECES LA PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE OPERACION)	VOLUMEN TOTAL 3.11 [M 3]				
	AREA TOTAL 12.01 [M 2]				
	PESO VACIO 1249.98 [kg]				
	PESO LLENO DE AGUA 4361.08 [kg]				
	PRES. MAX. PERM. DE OPERACION 39.25 [PSIG]				
DESCRIPCION	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	CALCULO: <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E NIVELES DE OPERACIÓN DEL TANQUE	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
		No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
TITULO: NIVELES DE OPERACIÓN DEL TANQUE		No. CALCULO: <u>07-MEM FA-101</u> REV. A

SECUENCIA DE CALCULO

TAG		
SERVICIO		
CANTIDAD	UNO	[UNIDAD]
Datos		
FLUJO DE OPERACIÓN	75.70	[L / MIN]
FLUJO DE OPERACIÓN +10%	83.27	[L / MIN]
CALCULOS		
VOLUMEN DEL CONO	4.851	[FT ³]
	0.137	[M ³]
$V_{CONO} = \left(\frac{\pi}{3}\right)r^2h$ (5)		
V = VOLUMEN DEL CONO	0.137	[M ³]
r = RADIO DEL CONO	0.61	[METROS]
h = ALTURA DEL CONO	?	
$p/3 =$	1.047	[]
DESPEJANDO h DE (5)		
h = ALTURA DEL CONO	0.35	[METROS]
VELOCIDAD A LA SUCCIÓN CON DIAMETRO DE 2"	2.5	[FT / SEG]
ALTURA DE SUMERGENCIA MINIMA	1.75	[FT]
	0.53	[METROS]
ALTURA DEL CONO	0.35	[METROS]
DH=	0.22	[METROS]
ALTURA PARA NIVEL DE OPERACIÓN	0.27	[METROS]
NIVEL DE OPERACIÓN	2.44	[METROS]
ALTURA TOTAL DEI CUERPO	3.059	[METROS]



NOTAS

- | | |
|---|-----------------|
| 1.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LALL | 0.05 [METROS] |
| 2.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LAHH | 0.1 [METROS] |
| 3.- CONSIDERAMOS OPERACIÓN LIBRE PARA SPRYA BALL ALTURA DE SPREA Y NIVEL MAXIMO | 0.1 [METROS] |
| 4.- ESPACIO LIBRE CONSIDERADO PARA EL TANQUE | 0.15 [METROS] |

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: 07-MEM FA-101		REV. A

MEMORIA DE CALCULO
TANQUE FLASH
FA-101

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	REVISO: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
TITULO:	No. CALCULO: 07-MEM FA-101	REV. A

Datos		
TAG	FA-101	
SERVICIO	TANQUE FALSH PARA EVAPORADOR IC-101	
CANTIDAD	UNO	[UNIDAD]
VOLUMEN DEL VAPOR	662.16	[LB/H]
VOLUMEN ESPECÍFICO DEL VAPOR@ 149 °F	102.74	[FT ³ /LB]
VOLUMEN DEL VAPOR	18.90	[FT ³ /SEG]
DENSIDAD DEL LÍQUIDO	72.16	[LB/FT ³]
DENSIDAD DEL LÍQUIDO	1.22	[G / CM ³]
LINEA DE ALIMENTACIÓN	2 [PULG]	5.08 [CM]
FLUJO DEL LÍQUIDO	11786	[LB / H]
FLUJO DEL LÍQUIDO	2.72	[FT ³ / MIN]

SECUENCIA DE CALCULO		
A) CALCULO DE LA VELOCIDAD DE VAPOR		
Ecuación de Souders-Brown:		
$v_i = K[(\rho_L - \rho_V) / \rho_V]^{1/2}$		
$\rho_L = \text{Densidad de la fase líquida ligera (g/cm}^3\text{)}$		
$\rho_V = \text{Densidad de el vapor (g/cm}^3\text{)}$		
$K = \text{Factor de correlación}$		
$v_i = \text{Velocidad máxima permitida (cm /seg)}$		
DENSIDAD DE LA FASE LIQUIDA	1.22	[G / CM ³]
DENSIDAD DEL VAPOR	0.009733307 FT ³ / LB	0.00015591 [G / CM ³]
FACTOR DE CORRELACIÓN CONDICIONES AL VACÍO	8.20	
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA	725.3	[CM / SEG]
	23.78	[FT / SEG]
B) CALCULO DEL ÁREA Y EL DIÁMETRO DEL RECIPIENTE		
$A = \frac{V}{v_i}$		
VOLUMEN DEL VAPOR	18.897	[FT ³ /SEG]
ÁREA SECCIONAL	0.795	[FT ²]
$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$		
DIÁMETRO	1.01	[FT]
DIÁMETRO MENOS PARED DE 2" NOTA 1	8.07	[PULG]
$A = \frac{\pi D^2}{4(144)}$		
CORRECCIÓN DEL ÁREA	0.36	[FT ²]
CORRECCIÓN DE LA VELOCIDAD NOTA 2	53.20	[FT / SEG]
DIÁMETRO SUPERIOR	4.00	[FT²]
	121.80	[CM]
DIÁMETRO MENOS PARED DE 2" NOTA 1	44.00	[PULG]
CORRECCIÓN DEL ÁREA	10.56	[FT ²]
CORRECCIÓN DE LA VELOCIDAD NOTA 3	1.79	[FT / SEG]
C) CALCULO DE LA LONGITUD NOTA 4		
ESPACIO ENTRE MALLA Y TAPAH ₁ =	30.50	[CM]
	1.00	[FT]
DIÁMETRO DE LA BOQUILLA ALIMENTACIÓN F 1= 2"	5.08	[CM]
DIÁMETRO DE LA BOQUILLA ALIMENTACIÓN F 2= 2"	5.08	[CM]
ESPESSOR DE MALLA SEPARADORA Q	10.20	[CM]
ALTURA DEL ESPACIO VAPOR h _v		
$h_v = 0.2D + 91 + \Phi_1$	120.44	[CM]
ALTURA ENTRE NIVEL MÁXIMO A F 2= h _{bn}		
$h_{bn} = 0.2D + 15 + \Phi_2$	44.44	[CM]
ALTURA ENTRE CARA DE MAMPARA Y SALIDA LIQ LIGERO NOTA 5		
TIEMPO DE RESIDENCIA	0.50	[MIN]
	0.129	[FT]
	3.92	[CM]
$h_r = \frac{Q_L T_r}{A}$		
ESPACIO ENTRE NIVEL MIN Y FONDO h _b	15.00	[CM]
LONGITUD TOTAL		
$L = h_i + s + h_v + h_{bn} + h_r + h_b$	224.50	[CM]
	7.36	[FT]
	8.00	[FT]
LONGITUD CORREGIDA	243.6	[CM]
C) COMPROBACIÓN L/D Tr		
L / D =	2.00	
hr =	23.02	[CM]
	0.75	[FT]
$T_r = \frac{h_r A}{Q_L}$	2.93	[MIN]

NOTAS

- 1.- PARA LA ESTIMACIÓN DEL DIÁMETRO HAY QUE DEDUCIR 2" POR CADA LADO DE LA PARED, QUE CORRESPONDE AL ANILLO DE SOPORTE DE LA MALLA POR LO QUE EL DIÁMETRO MAS ESTRECHO , QUE CORRESPONDE A LA VELOCIDAD MÁXIMA DEL VAPRO ALCANZADA DENTRO DEL RECIPIENTE ES IGUAL A:
- 2.- ESTA VELOCIDAD ES DEMASIADO ALTA DE LA VELCIDAD PERMITIDA POR LO QUE SE TRATARÁ CON UN DIMÁMETRO SUPERIOR.
- 3.- QUE CORRESPONDE AL 65% DE LA VELOCIDAD PERMITIDA QUE SE JUZGA CONVENIENTE, POR LO QUE SE TOMA D=3.5 FT (106.68 CM)
- 4.- EN BASE A LOS TIEMPOD DE RESIDENCIA, SE TOMA Tr = 0.5 min DEACUERDO CON EL DIBUJO
- 5.- DSITANCIA DE LA CARA INFERIOR DE LA MAMPARA INTERNA A LA LÍNEA CENTRAL DE LA BOQUILLA DEL LÍQUIDO LIGERO, ESTA DSITANCIA SE AJUSTA PARA SATISFACER LOS REQUERIMIENTOS DE TIEMPO DE RESIDENCIA PARA LA FASE LÍQUIDA LIGERA

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: 08-MEM FA-102		REV. A

MEMORIA DE CALCULO
TANQUE FLASH
FA-102

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	REVISO: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
TITULO:	No. CALCULO: 08-MEM FA-102	REV. A

Datos		
TAG	FA-102	
SERVICIO	TANQUE FALSH PARA EVAPORADOR IC-102	
CANTIDAD	UNO	[UNIDAD]
VOLUMEN DEL VAPOR	662.16	[LB/H]
VOLUMEN ESPECÍFICO DEL VAPOR@ 149 °F	118.73	[FT ³ /LB]
VOLUMEN DEL VAPOR	21.84	[FT ³ /SEG]
DENSIDAD DEL LÍQUIDO	72.16	[LB/FT ³]
DENSIDAD DEL LÍQUIDO	1.2	[G / CM ³]
LÍNEA DE ALIMENTACIÓN	2 [PULG]	5.08 [CM]
FLUJO DEL LÍQUIDO	12448	[LB / H]
FLUJO DEL LÍQUIDO	2.88	[FT ³ / MIN]

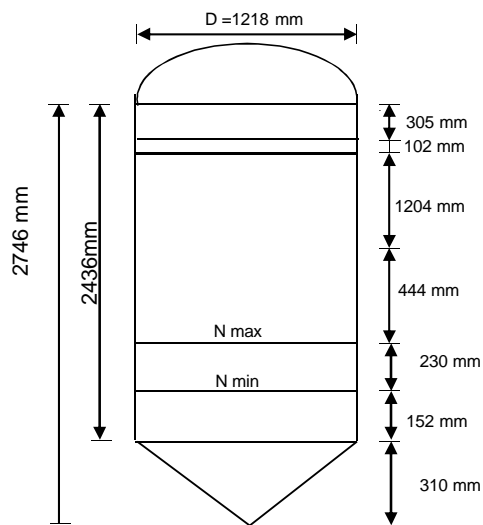
SECUENCIA DE CALCULO		
A) CALCULO DE LA VELOCIDAD DE VAPOR		
Ecuación de Souders-Brown:		
$v_i = K[(\rho_L - \rho_V) / \rho_V]^{1/2}$		
$\rho_L = \text{Densidad de la fase líquida ligera (g/cm}^3\text{)}$		
$\rho_V = \text{Densidad del vapor (g/cm}^3\text{)}$		
$K = \text{Factor de correlación}$		
$v_i = \text{Velocidad máxima permitida (cm /seg)}$		
DENSIDAD DE LA FASE LIQUIDA	1.2	[G / CM ³]
DENSIDAD DEL VAPOR	0.008422471 FT ³ / LB	0.00015591 [G / CM ³]
FACTOR DE CORRELACIÓN CONDICIONES AL VACÍO	8.20	
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA	719.4	[CM / SEG]
	23.59	[FT / SEG]
B) CALCULO DEL ÁREA Y EL DIÁMETRO DEL RECIPIENTE		
$A = \frac{V}{v_i}$		
VOLUMEN DEL VAPOR	21.838	[FT ³ /SEG]
ÁREA SECCIONAL	0.926	[FT ²]
$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$		
DIÁMETRO	1.09	[FT]
DIÁMETRO MENOS PARED DE 2" NOTA 1	9.03	[PULG]
$A = \frac{\pi D^2}{4(144)}$		
CORRECCIÓN DEL ÁREA	0.44	[FT ²]
CORRECCIÓN DE LA VELOCIDAD NOTA 2	49.11	[FT / SEG]
DIÁMETRO SUPERIOR	4.00	[FT]
	121.80	[CM]
DIÁMETRO MENOS PARED DE 2" NOTA 1	44.00	[PULG]
CORRECCIÓN DEL ÁREA	10.56	[FT ²]
CORRECCIÓN DE LA VELOCIDAD NOTA 3	2.07	[FT / SEG]
C) CALCULO DE LA LONGITUD NOTA 4		
ESPACIO ENTRE MALLA Y TAPA h _t =	30.50	[CM]
	1.00	[FT]
DIÁMETRO DE LA BOQUILLA ALIMENTACIÓN F 1= 2"	5.08	[CM]
DIÁMETRO DE LA BOQUILLA ALIMENTACIÓN F 2= 2"	5.08	[CM]
ESPESESOR DE MALLA SEPARADORA Q	10.20	[CM]
ALTURA DEL ESPACIO VAPOR h _v		
$h_v = 0.2D + 91 + \Phi_1$	120.44	[CM]
ALTURA ENTRE NIVEL MÁXIMO A F 2= h _{bn}		
$h_{bn} = 0.2D + 15 + \Phi_2$	44.44	[CM]
ALTURA ENTRE CARA DE MAMPARA Y SALIDA LIQ LIGERO NOTA 5		
TIEMPO DE RESIDENCIA	0.50	[MIN]
	0.136	[FT]
	4.15	[CM]
$h_r = \frac{Q_L T_r}{A}$		
ESPACIO ENTRE NIVEL MIN Y FONDO h _b	15.00	[CM]
LONGITUD		
$L = h_t + s + h_v + h_{bn} + h_r + h_b$	224.73	[CM]
	7.37	[FT]
	8.00	[FT]
LONGITUD CORREGIDA	243.60	[CM]
C) COMPROBACIÓN L/D Tr		
L / D =	2.00	
hr =	23.02	[CM]
	0.75	[FT]
$T_r = \frac{h_r A}{Q_L}$	2.77	[MIN]

- NOTAS
- 1.- PARA LA ESTIMACIÓN DEL DIÁMETRO HAY QUE DEDUCIR 2" POR CADA LADO DE LA PARED, QUE CORRESPONDE AL ANILLO DE SOPORTE DE LA MALLA POR LO QUE EL DIÁMETRO MAS ESTRECHO , QUE CORRESPONDE A LA VELOCIDAD MÁXIMA DEL VAPRO ALCANZADA DENTRO DEL RECIPIENTE ES IGUAL A:
 - 2.- ESTA VELOCIDAD ES DEMASIADO ALTA DE LA VELOCIDAD PERMITIDA POR LO QUE SE TRATARÁ CON UN DIMÁMETRO SUPERIOR.
 - 3.- QUE CORRESPONDE AL 65% DE LA VELOCIDAD PERMITIDA QUE SE JUZGA CONVENIENTE, POR LO QUE SE TOMA D=3.5 FT (106.68 CM)
 - 4.- EN BASE A LOS TIEMPO DE RESIDENCIA, SE TOMA Tr = 0.5 min DEACUERDO CON EL DIBUJO
 - 5.- DSITANCIA DE LA CARA INFERIOR DE LA MAMPARA INTERNA A LA LÍNEA CENTRAL DE LA BOQUILLA DEL LÍQUIDO LIGERO, ESTA DSITANCIA SE AJUSTA PARA SATISFACER LOS REQUERIMIENTOS DE TIEMPO DE RESIDENCIA PARA LA FASE LÍQUIDA LIGERA

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	REVISO: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: 08-MEM FA-102 REV. A

DATOS DE DISEÑO		R E S U L T A D O S	
TAG'S:	FA-101	ESPESOR DEL CUERPO CALCULADO	0.17 [PULG]
CANTIDAD:	UNO (1)	ESPESOR DE CABEZA CALCULADO	----- [PULG]
SERVICIO:	TANQUE FALSH PARA EVAPORADOR IC-102	ESPESOR DE CONO CALCULADO	0.18 [PULG]
DIAMETRO INTERIOR	47.95 [PULG]	ESPESOR NOMINAL DEL CUERPO	0.19 [PULG]
LONG. TAN-TAN	95.91 [PULG.]	ESPESOR NOMINAL DE CABEZA	0.19 [PULG]
ESFUERZO PERMISIBLE	17500 [PSIG]	ESPESOR NOMINAL DE CONO	0.19 [PULG]
CORROSION PERMISIBLE	0.125 [PULG.]	PRES. MAX. PERM. DE OPERACION	39.25 [PSIG]
RADIOGRAFIADO EN CUERPO	1.00 [%]	PRE. PRUEBA HIDROSTATICA	58.87 [PSIG]
RADIOGRAFIADO EN CABEZAS	1.00 [%]	VOLUMEN TOTAL	3.11 [M ³]
PRESION DE DISEÑO	30.00 [PSIG]	AREA TOTAL	12.01 [M ²]
NIVEL LIQUIDO DE OP. DESDE TANG.	8.93 [PIES]	PESO VACIO	1249.98 [kg]
DENSIDAD RELATIVA LIQUIDO OP.	1.19 []	PESO LLENO DE AGUA	4361.08 [kg]
ESPESOR MINIMO	0.19 [PULG.]	VOLUMEN DEL CUERPO	100.23 [FT ³]
REDONDEO ESPESOR	1/16 [PULG.]	VOLUMEN DE LA CABEZA	4.85 [FT ³]
TAPA PLANA (ESPESOR)	0 [PULG.]	VOLUMEN DEL CONO	4.85 [FT ³]
CABEZAS TIPO	4	AREA DEL CUERPO	100.30 [FT ²]
(1=ELIP. 2:1; 2 =F & D , 3 = HEMISFERICA; 4 =CONICA)		AREA DE LA CABEZA	14.48 [FT ²]
ANGULO DE CONO	30 [o]	AREA DEL CONO	14.48 [FT ²]
		PESO DEL CUERPO	767.22 [Lb]
NOTAS:		PESO DE LA CABEZA	110.77 [Lb]
1. SE CONSIDERO UN 170% MAS DE PESO POR LAS BOQUILLAS		PESO DE CONO	110.77 [Lb]
2. LA PRES MAX.PERM. DE OPERACION ESTA		PESO DE LA TAPA PLANA	----- [Lb]
CONSIDERADA A LAS CONDICIONES CORROIDAS		AREA DE LA TAPA PLANA	----- [FT ²]



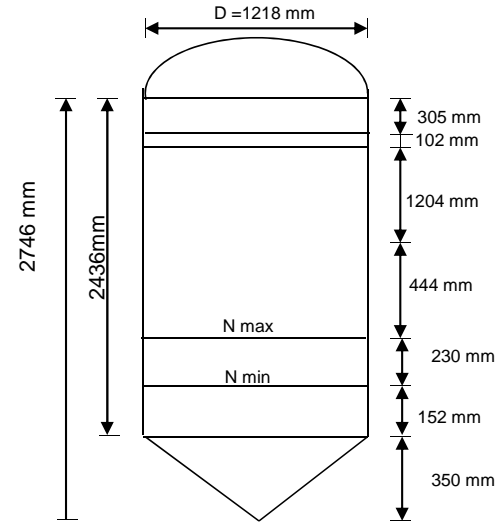
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	ADP	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 4 DE 5			
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:			
	C A L C U L O D E TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	REVISÓ: ADP FECHA:			
		No. PROYECTO: ERA-2003			
	No. CALCULO: 08-MEM FA-1	REV. A			
DATOS MISCELANEOS					
PRESION HIDROSTATICA	SELECCIÓN				
CUERPO 4.60 [PSI]	CUERPO 4.60 [PSI]				
CABEZA ELIP. 2:1 5.12 [PSI]					
CABEZAF&D ASME 4.95 [PSI]	CABEZA TIPO CONICA 6.39 [PSI]				
CABEZA HEMISFERICA 5.63 [PSI]					
CABEZA CONICA 6.39 [PSI]					
ESPESOR CALCULADO	SELECCIÓN				
CUERPO 0.17 [PULG.]	CUERPO 0.17 [PULG.]				
CABEZA ELIP. 2:1 0.17 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.21 [PULG.]	CABEZA TIPO CONICA 0.18 [PULG.]				
CABEZA HEMISFERICA 0.15 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.18 [PULG.]					
ESPESOR NOMINAL	SELECCIÓN				
CUERPO 0.19 [PULG.]	CUERPO 0.19 [PULG.]				
CABEZA ELIP. 2:1 0.19 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.25 [PULG.]	CABEZA TIPO CONICA 0.19 [PULG.]				
CABEZA HEMISFERICA 0.19 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.19 [PULG.]					
AREA	SELECCIÓN				
CUERPO 100.30 [PIES 2]	CUERPO 100.30 [PIE 2]				
CABEZA ELIP. 2:1 17.40 [PIES 2]					
CABEZAF&D ASME 14.66 [PIES 2]	CABEZA TIPO CONICA 14.48 [PIE 2]				
CABEZA HEMISFERICA 25.06 [PIES 2]					
CABEZA CONICA 14.48 [PIES 2]					
TAPA PLANA 12.57 [PIES 2]					
PESO	SELECCIÓN				
CUERPO 767.2 [Lbs]	CUERPO 767.2 [Lbs]				
CABEZA ELIP. 2:1 133.13 [Lbs]					
CABEZAF&D ASME 149.50 [Lbs]	CABEZA TIPO CONICA 110.77 [Lbs]				
CABEZA HEMISFERICA 191.72 [Lbs]					
CABEZA CONICA 110.77 [Lbs]					
TAPA PLANA 0.00 [Lbs]					
VOLUMEN	SELECCIÓN				
CUERPO 100.23 [PIES 3]	CUERPO 100.23 [PIES 3]				
CABEZA ELIP. 2:1 8.14 [PIES 3]					
CABEZAF&D ASME 4.96 [PIES 3]	CABEZA TIPO CONICA 4.85 [PIES 3]				
CABEZA HEMISFERICA 16.71 [PIES 3]					
CABEZA CONICA 4.85 [PIES 3]					
PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE TRABAJO	SELECCIÓN				
CUERPO 45.31 [PSIG]	CUERPO 45.31 [PIES 3]				
CABEZA ELIP. 2:1 45.37 [PSIG]					
CABEZAF&D ASME 51.40 [PSIG]	CABEZA TIPO CONICA 39.25 [PIES 3]				
CABEZA HEMISFERICA 90.72 [PSIG]					
CABEZA CONICA 39.25 [PSIG]					
PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA	SELECCIÓN				
(1.5 VECES LA PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE OPERACION)	VOLUMEN TOTAL 3.11 [M 3]				
	AREA TOTAL 12.01 [M 2]				
	PESO VACIO 1249.98 [kg]				
	PESO LLENO DE AGUA 4361.08 [kg]				
	PRES. MAX. PERM. DE OPERACION 39.25 [PSIG]				
58.87 [PSIG]					
DESCRIPCION	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
TITULO: NIVELES DE OPERACIÓN DEL TANQUE		No. CALCULO: 08-MEM FA-102 REV. A

SECUENCIA DE CALCULO

TAG	AV-101		
SERVICIO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 28% DE CONC. W/W		
CANTIDAD	UNO	[UNIDAD]	
Datos			
FLUJO DE OPERACIÓN	75.70	[L / MIN]	
FLUJO DE OPERACIÓN +10%	83.27	[L / MIN]	
CALCULOS			
VOLUMEN DEL CONO	4.851	[FT ³]	
	0.137	[M ³]	
$V_{CONO} = \left(\frac{\pi}{3}\right)r^2h \dots\dots\dots(5)$			
V = VOLUMEN DEL CONO	0.137	[M ³]	
r = RADIO DEL CONO	0.61	[METROS]	
h = ALTURA DEL CONO	?		
$p/3 =$	1.047	[]	
DESPEJANDO h DE (5)			
h = ALTURA DEL CONO	0.35	[METROS]	
VELOCIDAD A LA SUCCIÓN CON DIAMETRO DE 2"	2.5	[FT / SEG]	
ALTURA DE SUMERGENCIA MINIMA	1.75	[FT]	
	0.53	[METROS]	
ALTURA DEL CONO	0.35	[METROS]	
DH=	0.22	[METROS]	
ALTURA PARA NIVEL DE OPERACIÓN	0.27	[METROS]	
NIVEL DE OPERACIÓN	2.44	[METROS]	
ALTURA TOTAL DEI CUERPO	3.059	[METROS]	



NOTAS

- 1.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LALL 0.05 [METROS]
- 2.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LAHH 0.1 [METROS]
- 3.- CONSIDERAMOS OPERACIÓN LIBRE PARA SPRYA BALL ALTURA DE SPREA Y NIVEL MAXIMO 0.1 [METROS]
- 4.- ESPACIO LIBRE CONSIDERADO PARA EL TANQUE 0.15 [METROS]

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: 09-MEM FA-103		REV. A

MEMORIA DE CALCULO
TANQUE FLASH
FA-103

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	REVISO: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
TITULO:	No. CALCULO: 09-MEM FA-103	REV. A

Datos		
TAG	FA-103	
SERVICIO	TANQUE FALSH PARA EVAPORADOR IC-103	
CANTIDAD	UNO	[UNIDAD]
VOLUMEN DEL VAPOR	662.16	[LB/H]
VOLUMEN ESPECÍFICO DEL VAPOR@ 129 °F	158.87	[FT ³ /LB]
VOLUMEN DEL VAPOR	29.22	[FT ³ /SEG]
DENSIDAD DEL LÍQUIDO	74.45	[LB/FT ³]
DENSIDAD DEL LÍQUIDO	1.19	[G / CM ³]
LÍNEA DE ALIMENTACIÓN	2 [PULG]	5.08 [CM]
FLUJO DEL LÍQUIDO	13109	[LB / H]
FLUJO DEL LÍQUIDO	2.93	[FT ³ / MIN]

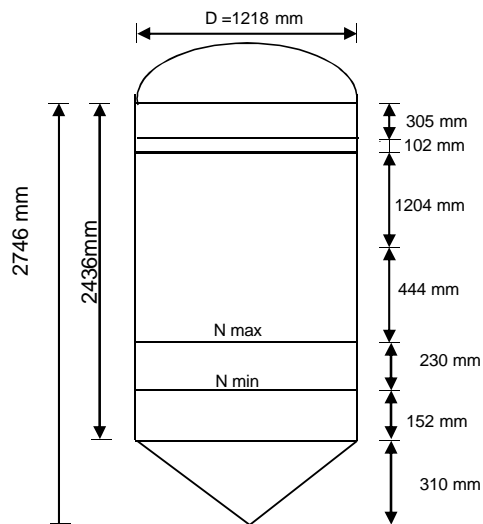
SECUENCIA DE CALCULO		
A) CALCULO DE LA VELOCIDAD DE VAPOR		
Ecuación de Souders-Brown:		
$v_i = K[(\rho_L - \rho_V) / \rho_V]^{1/2}$		
$\rho_L =$ Densidad de la fase líquida ligera (g/cm3)		
$\rho_V =$ Densidad del vapor (g/cm3)		
K = Factor de correlación		
$v_i =$ Velocidad máxima permitida (cm /seg)		
DENSIDAD DE LA FASE LIQUIDA	1.19	[G / CM ³]
DENSIDAD DEL VAPOR	0.006294455 FT ³ / LB	0.00015591 [G / CM ³]
FACTOR DE CORRELACIÓN CONDICIONES AL VACÍO	8.20	
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA	716.3	[CM / SEG]
	23.49	[FT / SEG]
B) CALCULO DEL ÁREA Y EL DIÁMETRO DEL RECIPIENTE		
$A = \frac{V}{v_i}$		
VOLUMEN DEL VAPOR	29.221	[FT ³ /SEG]
ÁREA SECCIONAL	1.244	[FT ²]
$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$		
DIÁMETRO	1.26	[FT]
DIÁMETRO MENOS PARED DE 2" NOTA 1	11.10	[PULG]
$A = \frac{\pi D^2}{4(144)}$		
CORRECCIÓN DEL ÁREA	0.67	[FT ²]
CORRECCIÓN DE LA VELOCIDAD NOTA 2	43.46	[FT / SEG]
DIÁMETRO SUPERIOR	4.00	[FT²]
	121.80	[CM]
DIÁMETRO MENOS PARED DE 2" NOTA 1	44.00	[PULG]
CORRECCIÓN DEL ÁREA	10.56	[FT ²]
CORRECCIÓN DE LA VELOCIDAD NOTA 3	2.77	[FT / SEG]
C) CALCULO DE LA LONGITUD NOTA 4		
ESPACIO ENTRE MALLA Y TAPA $h_t =$	30.50	[CM]
	1.00	[FT]
DIÁMETRO DE LA BOQUILLA ALIMENTACIÓN F 1= 2"	5.08	[CM]
DIÁMETRO DE LA BOQUILLA ALIMENTACIÓN F 2= 2"	5.08	[CM]
ESPESESOR DE MALLA SEPARADORA Q	10.20	[CM]
ALTURA DEL ESPACIO VAPOR h_v		
$h_v = 0.2D + 91 + \Phi_1$	120.44	[CM]
ALTURA ENTRE NIVEL MÁXIMO A F 2= h_{bn}		
$h_{bn} = 0.2D + 15 + \Phi_2$	44.44	[CM]
ALTURA ENTRE CARA DE MAMPARA Y SALIDA LIQ LIGERO NOTA 5		
TIEMPO DE RESIDENCIA	0.50	[MIN]
	0.139	[FT]
	4.23	[CM]
$h_r = \frac{Q_L T_r}{A}$		
ESPACIO ENTRE NIVEL MIN Y FONDO h_b	15.00	[CM]
LONGITUD		
$L = h_t + s + h_v + h_{bn} + h_r + h_b$	224.81	[CM]
	7.37	[FT]
	8.00	[FT]
LONGITUD CORREGIDA	243.60	[CM]
C) COMPROBACIÓN L/D Tr		
L / D =	2.00	
hr =	23.02	[CM]
	0.75	[FT]
$T_r = \frac{h_r A}{Q_L}$	2.72	[MIN]

- NOTAS
- 1.- PARA LA ESTIMACIÓN DEL DIÁMETRO HAY QUE DEDUCIR 2" POR CADA LADO DE LA PARED, QUE CORRESPONDE AL ANILLO DE SOPORTE DE LA MALLA POR LO QUE EL DIÁMETRO MAS ESTRECHO , QUE CORRESPONDE A LA VELOCIDAD MÁXIMA DEL VAPRO ALCANZADA DENTRO DEL RECIPIENTE ES IGUAL A:
 - 2.- ESTA VELOCIDAD ES DEMASIADO ALTA DE LA VELOCIDAD PERMITIDA POR LO QUE SE TRATARÁ CON UN DIMÁMETRO SUPERIOR.
 - 3.- QUE CORRESPONDE AL 75% DE LA VELOCIDAD PERMITIDA QUE SE JUZGA CONVENIENTE, POR LO QUE SE TOMA D=4.0 FT (106.68 CM)
 - 4.- EN BASE A LOS TIEMPO DE RESIDENCIA, SE TOMA $T_r = 2.72$ min DEACUERDO CON EL DIBUJO
 - 5.- DSITANCIA DE LA CARA INFERIOR DE LA MAMPARA INTERNA A LA LÍNEA CENTRAL DE LA BOQUILLA DEL LÍQUIDO LIGERO, ESTA DSITANCIA SE AJUSTA PARA SATISFACER LOS REQUERIMIENTOS DE TIEMPO DE RESIDENCIA PARA LA FASE LÍQUIDA LIGERA

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	REVISO: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
TITULO:	No. CALCULO: 09-MEM FA-103	REV. A

DATOS DE DISEÑO		R E S U L T A D O S	
TAG'S:	FA-101	ESPELOR DEL CUERPO CALCULADO	0.17 [PULG]
CANTIDAD:	UNO (1)	ESPELOR DE CABEZA CALCULADO	----- [PULG]
SERVICIO:	TANQUE FALSH PARA EVAPORADOR IC-103	ESPELOR DE CONO CALCULADO	0.18 [PULG]
DIAMETRO INTERIOR	47.95 [PULG]	ESPELOR NOMINAL DEL CUERPO	0.19 [PULG]
LONG. TAN-TAN	95.91 [PULG.]	ESPELOR NOMINAL DE CABEZA	0.19 [PULG]
ESFUERZO PERMISIBLE	17500 [PSIG]	ESPELOR NOMINAL DE CONO	0.19 [PULG]
CORROSION PERMISIBLE	0.125 [PULG.]	PRES. MAX. PERM. DE OPERACION	39.25 [PSIG]
RADIOGRAFIADO EN CUERPO	1.00 [%]	PRE. PRUEBA HIDROSTATICA	58.87 [PSIG]
RADIOGRAFIADO EN CABEZAS	1.00 [%]	VOLUMEN TOTAL	3.11 [M ³]
PRESION DE DISEÑO	30.00 [PSIG]	AREA TOTAL	12.01 [M ²]
NIVEL LIQUIDO DE OP. DESDE TANG.	8.93 [PIES]	PESO VACIO	1249.98 [kg]
DENSIDAD RELATIVA LIQUIDO OP.	1.19 []	PESO LLENO DE AGUA	4361.08 [kg]
ESPELOR MINIMO	0.19 [PULG.]	VOLUMEN DEL CUERPO	100.23 [FT ³]
REDONDEO ESPELOR	1/16 [PULG.]	VOLUMEN DE LA CABEZA	4.85 [FT ³]
TAPA PLANA (ESPELOR)	0 [PULG.]	VOLUMEN DEL CONO	4.85 [FT ³]
CABEZAS TIPO	4	AREA DEL CUERPO	100.30 [FT ²]
(1=ELIP. 2:1; 2 =F & D , 3 =HEMISFERICA; 4 =CONICA)		AREA DE LA CABEZA	14.48 [FT ²]
ANGULO DE CONO	30 [o]	AREA DEL CONO	14.48 [FT ²]
		PESO DEL CUERPO	767.22 [Lb]
NOTAS:		PESO DE LA CABEZA	110.77 [Lb]
1. SE CONSIDERO UN 170% MAS DE PESO POR LAS BOQUILLAS		PESO DE CONO	110.77 [Lb]
2. LA PRES MAX.PERM. DE OPERACION ESTA		PESO DE LA TAPA PLANA	----- [Lb]
CONSIDERADA A LAS CONDICIONES CORROIDAS		AREA DE LA TAPA PLANA	----- [FT ²]



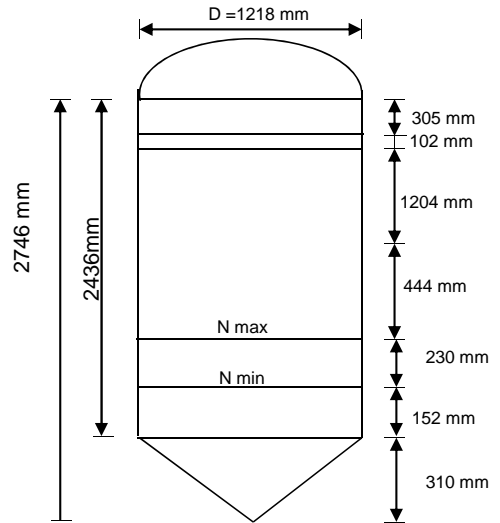
DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 4 DE 5			
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:			
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:			
		No. PROYECTO: ERA-2003			
TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	No. CALCULO: 09-MEM FA-103	REV. A			
DATOS MISCELANEOS					
PRESION HIDROSTATICA	SELECCIÓN				
CUERPO 4.60 [PSI]	CUERPO 4.60 [PSI]				
CABEZA ELIP. 2:1 5.12 [PSI]					
CABEZAF&D ASME 4.95 [PSI]	CABEZA TIPO CONICA 6.39 [PSI]				
CABEZA HEMISFERICA 5.63 [PSI]					
CABEZA CONICA 6.39 [PSI]					
ESPESOR CALCULADO	SELECCIÓN				
CUERPO 0.17 [PULG.]	CUERPO 0.17 [PULG.]				
CABEZA ELIP. 2:1 0.17 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.21 [PULG.]	CABEZA TIPO CONICA 0.18 [PULG.]				
CABEZA HEMISFERICA 0.15 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.18 [PULG.]					
ESPESOR NOMINAL	SELECCIÓN				
CUERPO 0.19 [PULG.]	CUERPO 0.19 [PULG.]				
CABEZA ELIP. 2:1 0.19 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.25 [PULG.]	CABEZA TIPO CONICA 0.19 [PULG.]				
CABEZA HEMISFERICA 0.19 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.19 [PULG.]					
AREA	SELECCIÓN				
CUERPO 100.30 [PIES 2]	CUERPO 100.30 [PIE 2]				
CABEZA ELIP. 2:1 17.40 [PIES 2]					
CABEZAF&D ASME 14.66 [PIES 2]	CABEZA TIPO CONICA 14.48 [PIE 2]				
CABEZA HEMISFERICA 25.06 [PIES 2]					
CABEZA CONICA 14.48 [PIES 2]					
TAPA PLANA 12.57 [PIES 2]					
PESO	SELECCIÓN				
CUERPO 767.2 [Lbs]	CUERPO 767.2 [Lbs]				
CABEZA ELIP. 2:1 133.13 [Lbs]					
CABEZAF&D ASME 149.50 [Lbs]	CABEZA TIPO CONICA 110.77 [Lbs]				
CABEZA HEMISFERICA 191.72 [Lbs]					
CABEZA CONICA 110.77 [Lbs]					
TAPA PLANA 0.00 [Lbs]					
VOLUMEN	SELECCIÓN				
CUERPO 100.23 [PIES 3]	CUERPO 100.23 [PIES 3]				
CABEZA ELIP. 2:1 8.14 [PIES 3]					
CABEZAF&D ASME 4.96 [PIES 3]	CABEZA TIPO CONICA 4.85 [PIES 3]				
CABEZA HEMISFERICA 16.71 [PIES 3]					
CABEZA CONICA 4.85 [PIES 3]					
PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE TRABAJO	SELECCIÓN				
CUERPO 45.31 [PSIG]	CUERPO 45.31 [PIES 3]				
CABEZA ELIP. 2:1 45.37 [PSIG]					
CABEZAF&D ASME 51.40 [PSIG]	CABEZA TIPO CONICA 39.25 [PIES 3]				
CABEZA HEMISFERICA 90.72 [PSIG]					
CABEZA CONICA 39.25 [PSIG]					
PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA	SELECCIÓN				
(1.5 VECES LA PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE OPERACION)	VOLUMEN TOTAL 3.11 [M 3]				
	AREA TOTAL 12.01 [M 2]				
	PESO VACIO 1249.98 [kg]				
	PESO LLENO DE AGUA 4361.08 [kg]				
	PRES. MAX. PERM. DE OPERACION 39.25 [PSIG]				
DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E NIVELES DE OPERACIÓN DEL TANQUE	REVISÓ: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
TITULO: NIVELES DE OPERACIÓN DEL TANQUE		No. CALCULO: 09-MEM FA-103 REV. A

SECUENCIA DE CALCULO

TAG		
SERVICIO		
CANTIDAD	UNO	[UNIDAD]
Datos		
FLUJO DE OPERACIÓN	75.70	[L / MIN]
FLUJO DE OPERACIÓN +10%	83.27	[L / MIN]
CALCULOS		
VOLUMEN DEL CONO	4.851	[FT ³]
	0.137	[M ³]
$V_{CONO} = \left(\frac{\pi}{3}\right)r^2h$ (5)		
V = VOLUMEN DEL CONO	0.137	[M ³]
r = RADIO DEL CONO	0.61	[METROS]
h = ALTURA DEL CONO	?	
$p/3 =$	1.047	[]
DESPEJANDO h DE (5)		
h = ALTURA DEL CONO	0.35	[METROS]
VELOCIDAD A LA SUCCIÓN CON DIAMETRO DE 2"	2.5	[FT / SEG]
ALTURA DE SUMERGENCIA MINIMA	1.75	[FT]
	0.53	[METROS]
ALTURA DEL CONO	0.35	[METROS]
DH=	0.22	[METROS]
ALTURA PARA NIVEL DE OPERACIÓN	0.27	[METROS]
NIVEL DE OPERACIÓN	2.44	[METROS]
ALTURA TOTAL DEI CUERPO	3.059	[METROS]



NOTAS

- | | |
|---|-----------------|
| 1.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LALL | 0.05 [METROS] |
| 2.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LAHH | 0.1 [METROS] |
| 3.- CONSIDERAMOS OPERACIÓN LIBRE PARA SPRYA BALL ALTURA DE SPREA Y NIVEL MAXIMO | 0.1 [METROS] |
| 4.- ESPACIO LIBRE CONSIDERADO PARA EL TANQUE | 0.15 [METROS] |

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBÓ	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-10 P-104		REV. A

MEMORIA DE CALCULO BOMBA CENTRIFUGA P-104

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	JRLR	JRLR	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISÓ: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: BOMBA CENTRIFUGA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO <u>MEM-10 P-104</u> REV. A

DATOS

TAG: P-104
SERVICIO: BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 33% w/w AL TANQUE ALMACENAMIENTO AV-104
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 33%

GASTO DE OPERACIÓN	16	GPM	4.10	(m ³ /h)
GASTO DE DISEÑO	18	GPM	4.10	(m ³ /h)
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.23			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	cp		
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)
TEMPERATURA NORMAL / MAX:	149	°F	65	°C
PRESIÓN BAROMÉTRICA	14.7	PSIA	1.0	(kg/cm ² abs)

SECUENCIA DE CÁLCULO

TUBERÍA DE LA SUCCIÓN DE LA BOMBA
PRESIÓN DEL SISTEMA P1= 14.7 PSIA 1.033512 (kg/cm² abs)
ALTURA DE SUCCIÓN 0 FT 0 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	FACTOR Fr (ft)	DISPONIBLE NPSH (ft)	PRESIÓN SUCCIÓN (psig)
2	1.87	0.21	0.02	25.363	-0.209

TUBERÍA DE DESCARGA DE LA BOMBA
PRESIÓN DEL SISTEMA P2= 24.7 PSIA 1.736582 (kg/cm² abs)
ALTURA DE DESCARGA 18.045 FT 5.5 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	PRESIÓN DESCARGA (psig)
1 1/2	1.37	2.20	
MEDIDOR DE FLUJO		2.00	

TOTAL 4.20 23.82

DIAMETRO SELECCIONADO 1 1/2 in

RESUMEN

GASTO DE DISEÑO: 18 GPM
NPSH DISPONIBLE: 25 FT
PRESIÓN DIFERENCIAL: 24 PSIG
WHP: 0.3 HP
CARGA DINÁMICA TOTAL: 45 FT
EFICIENCIA: 30 %
FACTOR DE SERVICIO: 1.15
BHP MOTOR CALCULADO: 0.84

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE SUCCIÓN	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-10 P-104 REV. A

DATOS

LINEA No. 1 1/2"-SS31-105-SS316L-16HC
SERVICIO: SUCCIÓN DE BOMBA P-104
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 33%

GASTO DE OPERACIÓN	16	GPM	3.73	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	18	GPM	4.10	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	149	°F	65	°C		
MATERIAL DE TUBERÍA:	ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L				CEDULA	16
VELOCIDAD RECOMENDABLE	4	FT / SEG				
	1.22	M / SEG				

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 6.56 FT
2.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	3	30	90
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
SALIDA	1	52	52
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	212

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	19.16	1.13E+05	0.02	109.3631409	17.52	19.15	0	19.15496848
1	0.87	9.73	8.06E+04	0.02	20.99973721	21.93	4.61	0	4.605595121
1 1/2	1.37	3.92	5.12E+04	0.02	2.348055242	30.77	0.72	0	0.722379503
2	1.87	2.11	3.75E+04	0.02	0.52831115	39.60	0.21	0	0.20920248
2 1/2	2.37	1.31	2.96E+04	0.02	0.17028737	48.43	0.08	0	0.082473034

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 4 DE 5
	PROYECTO <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: <u>JRLR</u> FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DESCARGA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO: <u>MEM-10 P-104</u> REV. A

DATOS

LINEA No. 2"-SS31-106-SS316L-16HC
SERVICIO: DESCARGA DE BOMBA P104
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%

GASTO DE OPERACIÓN	18	GPM	4.10	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	20	GPM	4.51	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.23					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	149	°F	65	°C		
MATERIAL DE TUBERÍA:	ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L				CEDULA	16
VELOCIDAD RECOMENDABLE	8	FT / SEG				
	2.44	M / SEG				

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	406

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	21.07	1.24E+05	0.02	130.34	53.79	70.10	0	70.10
1	0.87	10.70	8.87E+04	0.02	24.97	62.24	15.54	0	15.54
1 1/2	1.37	4.32	5.63E+04	0.02	2.78	79.16	2.20	0	2.20
2	1.87	2.32	4.13E+04	0.02	0.63	96.08	0.60	0	0.60
2 1/2	2.37	1.44	3.26E+04	0.02	0.20	112.99	0.23	0	0.23

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: BOMBA CENTRIFUGA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO <u>MEM-10 P-104</u> REV. A

DATOS

TAG: P-104
SERVICIO: BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 33% w/w AL TANQUE ALMACENAMIENTO AV-104
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%
GASTO DE OPERACIÓN: 18 GPM 4.10 (m³/h)
GASTO DE DISEÑO: 20 GPM 4.51 (m³/h)

$$Sm = \frac{1}{1 + Cw * \left(\frac{S_L}{S_s} - 1 \right)}$$

Sm= GREVEDAD ESPECÍFICA DE LA SOLUCIÓN
S_L= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO
S_s= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SÓLIDO
Cw= % DE SÓLIDO EN PESO

DATOS

S_L= 1.00
S_s= 2.32
Cw= 0.33

CALCULO

Sm= 1.23

MASA = 5046 KG/ H

$$\rho = \frac{masa}{volumen}$$

r = 1231 TON / M³

VOLUMEN = 4 M3 / H
FLUJO DE OPERACIÓN = 68 L / MIN
FLUJO DE OPERACIÓN = 18 GPM

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORÓ JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-11 AV-03		REV. A

MEMORIA DE CALCULO
TANQUE DE ALMACENAMIENTO
AV-103

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	CALCULO DE	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-11 AV-03 REV. A

SECUENCIA DE CALCULO

TAG	AV-103	
SERVICIO	TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 33% DE CONC. W/W	
CANTIDAD	UNO	[UNIDAD]
Datos		
FLUJO DE OPERACIÓN	75.50	[L / MIN]
FLUJO DE OPERACIÓN +10%	83.05	[L / MIN]
VOLUMEN DE OPERACIÓN	1.0	[METROS 3]
FLUJO DE DESCARGA DE BOMBA NORMAL	20	[GPM]
TIEMPO DE RESIDENCIA	12	[MINUTOS]

CALCULOS		
VOLUMEN	997	[LITROS]
VOLUMEN	0.99660	[M 3]

DIMENSIONES

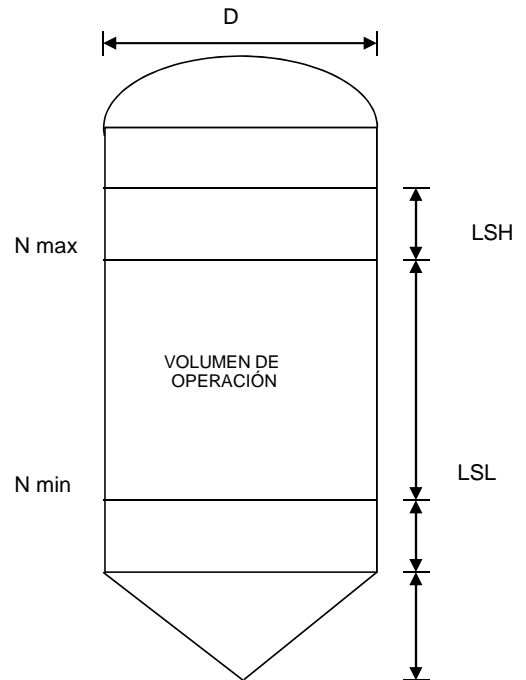
$$\frac{L}{D} = 2 \dots\dots\dots(1)$$

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right) D^2 \dots\dots\dots(2)$$

$$V = A * L \dots\dots\dots(3)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{2 * \left(\frac{\pi}{4}\right)}} \dots\dots\dots(4)$$

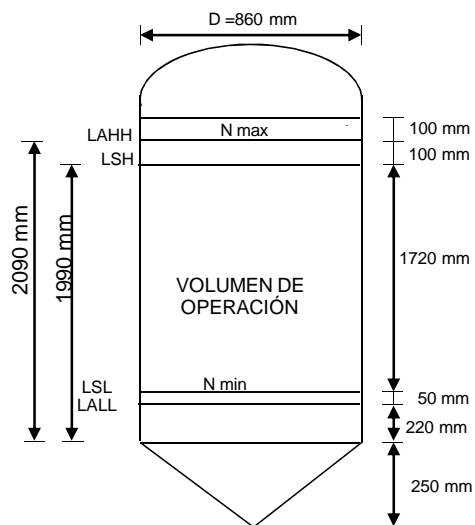
L=	2	D
D=	0.86	[METROS]
L=	1.72	[METROS]



DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-11 AV-03 REV. A

		R E S U L T A D O S	
TAG'S:	AV-103	ESPEJOR DEL CUERPO CALCULADO	0.16 [PULG]
CANTIDAD:	UNO (1)	ESPEJOR DE CABEZA CALCULADO	----- [PULG]
SERVICIO:	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SS	ESPEJOR DE CONO CALCULADO	0.17 [PULG]
DIAMETRO INTERIOR	33.83 [PULG]	ESPEJOR NOMINAL DEL CUERPO	0.19 [PULG]
LONG. TAN-TAN	122.10 [PULG.]	ESPEJOR NOMINAL DE CABEZA	0.19 [PULG]
ESFUERZO PERMISIBLE	17500 [PSIG]	ESPEJOR NOMINAL DE CONO	0.19 [PULG]
CORROSION PERMISIBLE	0.125 [PULG.]	PRES. MAX. PERM. DE OPERACION	55.48 [PSIG]
RADIOGRAFIADO EN CUERPO	1.00 [%]	PRE. PRUEBA HIDROSTATICA	83.22 [PSIG]
RADIOGRAFIADO EN CABEZAS	1.00 [%]	VOLUMEN TOTAL	1.89 [M ³]
PRESION DE DISEÑO	30.00 [PSIG]	AREA TOTAL	9.71 [M ²]
NIVEL LIQUIDO DE OP. DESDE TANG.	8.93 [PIES]	PESO VACIO	1010.56 [kg]
DENSIDAD RELATIVA LIQUIDO OP.	1.19 []	PESO LLENO DE AGUA	2904.38 [kg]
ESPEJOR MINIMO	0.19 [PULG.]	VOLUMEN DEL CUERPO	63.51 [FT ³]
REDONDEO ESPEJOR	1/16 [PULG.]	VOLUMEN DE LA CABEZA	1.70 [FT ³]
TAPA PLANA (ESPEJOR)	0 [PULG.]	VOLUMEN DEL CONO	1.70 [FT ³]
CABEZAS TIPO	4	AREA DEL CUERPO	90.09 [FT ²]
(1=ELIP. 2:1; 2 =F & D , 3 = HEMISFERICA; 4 =CONICA)		AREA DE LA CABEZA	7.21 [FT ²]
ANGULO DE CONO	30 [o]	AREA DEL CONO	7.21 [FT ²]
		PESO DEL CUERPO	689.12 [Lb]
NOTAS:		PESO DE LA CABEZA	55.13 [Lb]
1. SE CONSIDERO UN 170% MAS DE PESO POR LAS BOQUILLAS		PESO DE CONO	55.13 [Lb]
2. LA PRES MAX.PERM. DE OPERACION ESTA		PESO DE LA TAPA PLANA	----- [Lb]
CONSIDERADA A LAS CONDICIONES CORROIDAS		AREA DE LA TAPA PLANA	----- [FT ²]



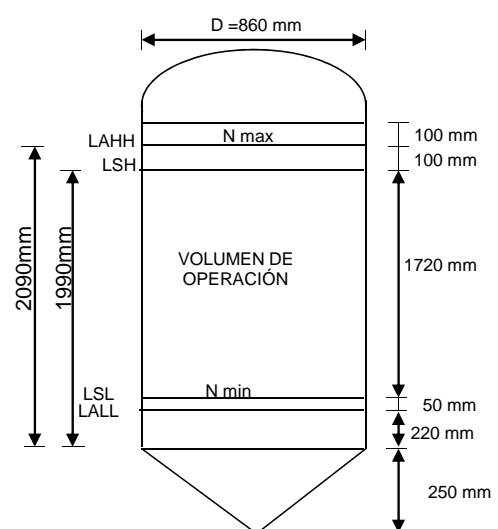
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP		HOJA: 4 DE 5			
PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO		CALCULO: JHL FECHA:			
C A L C U L O D E TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES		REVISOR: ADP FECHA:			
		No. PROYECTO: ERA-2003			
		No. CALCULO: MEM-11 AV-6 REV. A			
DATOS MISCELANEOS					
PRESION HIDROSTATICA		SELECCIÓN			
CUERPO	4.60 [PSI]	CUERPO	4.60 [PSI]		
CABEZA ELIP. 2:1	4.97 [PSI]	CABEZA TIPO	CONICA		
CABEZAF&D ASME	4.85 [PSI]		5.86 [PSI]		
CABEZA HEMISFERICA	5.33 [PSI]				
CABEZA CONICA	5.86 [PSI]				
ESPESOR CALCULADO		SELECCIÓN			
CUERPO	0.16 [PULG.]	CUERPO	0.16 [PULG.]		
CABEZA ELIP. 2:1	0.16 [PULG.]	CABEZA TIPO	CONICA		
CABEZAF&D ASME	0.18 [PULG.]		0.17 [PULG.]		
CABEZA HEMISFERICA	0.14 [PULG.]				
CABEZA CONICA	0.17 [PULG.]				
ESPESOR NOMINAL		SELECCIÓN			
CUERPO	0.19 [PULG.]	CUERPO	0.19 [PULG.]		
CABEZA ELIP. 2:1	0.19 [PULG.]	CABEZA TIPO	CONICA		
CABEZAF&D ASME	0.19 [PULG.]		0.19 [PULG.]		
CABEZA HEMISFERICA	0.19 [PULG.]				
CABEZA CONICA	0.19 [PULG.]				
AREA		SELECCIÓN			
CUERPO	90.09 [PIES 2]	CUERPO	90.09 [PIE 2]		
CABEZA ELIP. 2:1	8.66 [PIES 2]	CABEZA TIPO	CONICA		
CABEZAF&D ASME	7.30 [PIES 2]		7.21 [PIE 2]		
CABEZA HEMISFERICA	12.47 [PIES 2]				
CABEZA CONICA	7.21 [PIES 2]				
TAPA PLANA	6.27 [PIES 2]				
PESO		SELECCIÓN			
CUERPO	689.1 [Lbs]	CUERPO	689.1 [Lbs]		
CABEZA ELIP. 2:1	66.26 [Lbs]	CABEZA TIPO	CONICA		
CABEZAF&D ASME	55.81 [Lbs]		55.13 [Lbs]		
CABEZA HEMISFERICA	95.42 [Lbs]				
CABEZA CONICA	55.13 [Lbs]				
TAPA PLANA	0.00 [Lbs]				
VOLUMEN		SELECCIÓN			
CUERPO	63.51 [PIES 3]	CUERPO	63.51 [PIES 3]		
CABEZA ELIP. 2:1	2.86 [PIES 3]	CABEZA TIPO	CONICA		
CABEZAF&D ASME	1.74 [PIES 3]		1.70 [PIES 3]		
CABEZA HEMISFERICA	5.87 [PIES 3]				
CABEZA CONICA	1.70 [PIES 3]				
PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE TRABAJO		SELECCIÓN			
CUERPO	64.05 [PSIG]	CUERPO	64.05 [PIES 3]		
CABEZA ELIP. 2:1	64.16 [PSIG]	CABEZA TIPO	CONICA		
CABEZAF&D ASME	36.39 [PSIG]		55.48 [PIES 3]		
CABEZA HEMISFERICA	128.28 [PSIG]				
CABEZA CONICA	55.48 [PSIG]				
PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA					
(1.5 VECES LA PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE OPERACION)		VOLUMEN TOTAL			
	83.22 [PSIG]	1.89 [M 3]			
		AREA TOTAL			
		9.71 [M 2]			
		PESO VACIO			
		1010.56 [kg]			
		PESO LLENO DE AGUA			
		2904.38 [kg]			
		PRES. MAX. PERM. DE OPERACION			
		55.48 [PSIG]			
DESCRIPCION	ELABORO	REVISOR	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 5 DE 5
PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	REVISO: ADP FECHA:
TITULO: CALCULO DE NIVELES DE OPERACIÓN DEL TANQUE	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-11 AV-03 REV. A

SECUENCIA DE CALCULO

TAG	AV-103
SERVICIO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SULFATO DE SODIO AL 33 % DE CONC. W/W
CANTIDAD	UNO [UNIDAD]
Datos	
FLUJO DE OPERACIÓN	75.70 [L / MIN]
FLUJO DE OPERACIÓN +10%	83.27 [L / MIN]
CALCULOS	
VOLUMEN DEL CONO	1.703 [FT ³]
	0.048 [M ³]
$V_{CONO} = \left(\frac{\pi}{3}\right)r^2h$ (5)	
V = VOLUMEN DEL CONO	0.048 [M ³]
r = RADIO DEL CONO	0.43 [METROS]
h = ALTURA DEL CONO	?
$p/3 =$	1.047 []
DESPEJANDO h DE (5)	
h = ALTURA DEL CONO	0.25 [METROS]
VELOCIDAD A LA SUCCIÓN CON DIAMETRO DE 2"	2.5 [FT / SEG]
ALTURA DE SUMERGENCIA MINIMA	1.75 [FT]
	0.53 [METROS]
ALTURA DEL CONO	0.25 [METROS]
DH=	0.22 [METROS]
ALTURA PARA NIVEL DE OPERACIÓN	0.27 [METROS]
NIVEL DE OPERACIÓN	1.72 [METROS]
ALTURA TOTAL DEI CUERPO	2.341 [METROS]



NOTAS

- 1.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LALL 0.05 [METROS]
- 2.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LAHH 0.1 [METROS]
- 3.- CONSIDERAMOS OPERACIÓN LIBRE PARA SPRYA BALL ALTURA DE SPREA Y NIVEL MAXIMO 0.1 [METROS]
- 4.- ESPACIO LIBRE CONSIDERADO PARA EL TANQUE 0.15 [METROS]

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-12 P-105		REV. A

MEMORIA DE CALCULO BOMBA CENTRIFUGA P-105

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISÓ: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: BOMBA CENTRIFUGA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO <u>MEM-12 P-105</u> <u>REV. A</u>

DATOS

TAG: P-105
SERVICIO: BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 33% w/w AL EVAPORADOR DE CRISTALIZACIÓN
AREA: CRISTALIZACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%

GASTO DE OPERACIÓN	18	GPM	4.10	(m ³ /h)
GASTO DE DISEÑO	20	GPM	4.51	(m ³ /h)
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.23			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	cp		
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)
TEMPERATURA NORMAL / MAX:	149	°F	65	°C
PRESIÓN BAROMÉTRICA	14.7	PSIA	1.033512	(kg/cm ² abs)

SECUENCIA DE CÁLCULO

TUBERÍA DE LA SUCCIÓN DE LA BOMBA
PRESIÓN DEL SISTEMA P1= 14.7 PSIA 1.033512 (kg/cm² abs)
ALTURA DE SUCCIÓN 0 FT 0 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	FACTOR Fr (ft)	DISPONIBLE NPSH (ft)	PRESIÓN SUCCIÓN (psig)
2	1.87	0.25	0.02	25.324	-0.248

TUBERÍA DE DESCARGA DE LA BOMBA
PRESIÓN DEL SISTEMA P2= 24.7 PSIA 1.736582 (kg/cm² abs)
ALTURA DE DESCARGA 18.045 FT 5.5 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	PRESIÓN DESCARGA (psig)
1 1/2	1.37	2.20	
MEDIDOR DE FLUJO		2.00	
IC-105		10.00	

TOTAL 14.20 33.82

DIAMETRO SELECCIONADO 1 1/2 in

RESUMEN

GASTO DE DISEÑO: 20 GPM
NPSH DISPONIBLE: 25 FT
PRESIÓN DIFERENCIAL: 34 PSIG
WHP: 0.4 HP
CARGA DINÁMICA TOTAL: 64 FT
EFICIENCIA: 30 %
FACTOR DE SERVICIO: 1.15
BHP MOTOR CALCULADO: 1.31

DESCRIPCIÓN	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE SUCCIÓN	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-12 P-105 REV. A

DATOS

LINEA No. 2"-SS31-105-SS316L-16HC
SERVICIO: SUCCIÓN DE BOMBA P-105
AREA: CRISTALIZACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%

GASTO DE OPERACIÓN	18	GPM	4.10	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	20	GPM	4.51	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.23					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	149	°F	65	°C		
MATERIAL DE TUBERÍA:	ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L				CEDULA	16
VELOCIDAD RECOMENDABLE	4	FT / SEG				
	1.22	M / SEG				

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 6.56 FT
2.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	3	30	90
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
SALIDA	1	52	52
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	212

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	21.07	1.24E+05	0.02	130.3374966	17.52	22.83	0	22.82862963
1	0.87	10.70	8.87E+04	0.02	24.96675556	21.93	5.48	0	5.475628882
1 1/2	1.37	4.32	5.63E+04	0.02	2.784843402	30.77	0.86	0	0.856757438
2	1.87	2.32	4.13E+04	0.02	0.625773589	39.60	0.25	0	0.247795994
2 1/2	2.37	1.44	3.26E+04	0.02	0.201524373	48.43	0.10	0	0.097601639

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 4 DE 5
	PROYECTO <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DESCARGA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO: <u>MEM-12 P-105</u> REV. A

DATOS

LINEA No. 1-1/2"-SS31-106-SS316L-16HC
SERVICIO: DESCARGA DE BOMBA P-105
AREA: CRISTALIZACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%

GASTO DE OPERACIÓN	18	GPM	4.10	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	20	GPM	4.51	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.23					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	149	°F	65	°C		
MATERIAL DE TUBERÍA:	ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L				CEDULA	16
VELOCIDAD RECOMENDABLE	8	FT / SEG				
	2.44	M / SEG				

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	406

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	21.07	1.24E+05	0.02	130.34	53.79	70.10	0	70.10
1	0.87	10.70	8.87E+04	0.02	24.97	62.24	15.54	0	15.54
1 1/2	1.37	4.32	5.63E+04	0.02	2.78	79.16	2.20	0	2.20
2	1.87	2.32	4.13E+04	0.02	0.63	96.08	0.60	0	0.60
2 1/2	2.37	1.44	3.26E+04	0.02	0.20	112.99	0.23	0	0.23

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	C A L C U L O D E BOMBA CENTRIFUGA	No. PROYECTO:	ERA-2003		
No. CALCULO			MEM-12 P-105	REV. A		

DATOS

TAG: P-103
SERVICIO: BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 33% w/w AL EVAPORADOR DE CRISTALIZACIÓN
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%
GASTO DE OPERACIÓN: 18 GPM 4.10 (m³/h)
GASTO DE DISEÑO: 20 GPM 4.51 (m³/h)

$$Sm = \frac{1}{1 + Cw * \left(\frac{S_L}{S_s} - 1 \right)}$$

Sm= GREVEDAD ESPECÍFICA DE LA SOLUCIÓN
S_L= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO
S_s= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SÓLIDO
Cw= % DE SÓLIDO EN PESO

DATOS

S_L= 1.00
S_s= 2.32
Cw= 0.33

CALCULO

Sm= 1.23

MASA = 5046 KG/ H

$$\rho = \frac{masa}{volumen}$$

r = 1231 TON / M³

VOLUMEN = 4 M3 / H
FLUJO DE OPERACIÓN = 68 L / MIN
FLUJO DE OPERACIÓN = 18 GPM

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 6
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-12 IC-104	REV. A

MEMORIA DE CALCULO
INTERCAMBIADOR DE CALOR
IC-104
LINEA DE VAPOR
LINEA DE CONDENSADO
AGUA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRO
AGUA DE ENFRIAMIENTO RETORNO

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	2 DE 6
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO C A L C U L O D E	ELABORO	JHL FECHA:
			REVISO:	ADP FECHA:
	TITULO:	INTERCAMBIADOR DE CALOR IC-104	No. PROYECTO:	ERA-2003
		No. CALCULO:	MEM-12 IC-104	REV. A

DATOS

TAG: IC-104
SERVICIO: CONDESACIÓN DE VAPOR
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO DE EVAPORACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

PRIMERA ETAPA DE CONDESACIÓN

MASA DE VAPOR 662.16 lb / h
TEMPERATURA DE ENTRADA t₁ 130 °F
TEMPERATURA DE SALIDA t₂ 100 °F
DT 30 °F
Cp= 1 Btu / lb °F

$$Q = mC_p \Delta T$$

CANTIDAD DE CALOR Q = 19,864.85 KCAL / H

CALCULO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

EL FLUJO DE AGUA PARA UN TIPO DE CONDESADOR BAROMÉTRICO ES:
(Perry's Handbook 19-36)

$$Btu / h (para el condensado) = (flujo, gal / min)(500)(C_p)(\Delta t)$$

TEMPERATURA DE ENTRADA AE= 86 °F
TEMPERATURA DE SALIDA AE= 100 °F
DT = 14 °F
CAPACIDAD CALORIFICA Cp= 1 Btu / lb °F
FLUJO DE AGUA = 2.84 GPM

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	3	DE	6
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA DE VAPOR	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-12 IC-104	REV. A		

DATOS

LINEA No. 1 1/2"-V2.8PSIA-201-16-CS-16HC
SERVICIO: DESCARGA DE VAPOR
AREA: EVAPORADOR IC-101
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO VAPOR DE CALDERA A 7 BAR
FACTOR DE DISEÑO 1.10
FLUJO DE OPERACIÓN 0.17 LB / SEG 273.00 KG / H
FLUJO DE DISEÑO 0.18 LB / SEG 300.30 KG / H
PRESIÓN ATMOSFERICA 14.7 PSIA 1.03 (kg/cm² abs)
VISCOSIDAD DE DISEÑO 0.150 CP
PESO MOLECULAR 18.00
PRESIÓN INICIAL / FINAL P ENTRADA 101.55 PSIA P SALIDA 101.55 PSIA
TEMPERATURA NORMAL: 130 °F 54 °C 590 °R
MATERIAL DE TUBERÍA: CS ASTM A-53 Gr B CEDULA 80
VELOCIDAD RECOMENDABLE 6900 FT / MIN CAIDA DE PRESIÓN (B/100) 0.6-1.3 PSI / 100 FT
2103.12 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VALVULA DE GLOBO	0	340	0
VÁLVULA DE BOLA	0	20	0
VALVULA DE DIAFRAGMA	0	40	0
VÁLVULA CHECK	0	350	0
CODO 90°	0	30	0
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	0	52	0
REDUCCIÓN	0	30	0
EXPANSIÓN	0	35	0
		L/D TOTAL=	0

% INCREMENTO CONSIDERADO PARA

FACTOR DE FRICCIÓN 20

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft / min	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f _D	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL EQ. ft	D P TUBERÍA psi	VELOCIDAD FINAL (ft / min)	PRESIÓN FINAL P2 psi
1	0.957	6687.18	2.91E+04	0.03	18.58	32.81	6.09	6753.70	95.46
1 1/2	1.5	2721.98	6.19E+07	0.02	1.45	32.81	0.47	4688.96	101.08
2	1.939	1628.96	4.79E+07	0.02	0.38	32.81	0.12	3074.54	101.43
2 1/2	2.323	1134.93	4.00E+07	0.02	0.15	32.81	0.05	3019.50	101.50
3	2.9	728.23	3.20E+07	0.02	0.05	1.00	0.00	1060.27	101.55

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	4	DE	6
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORÓ:	JHL	FECHA:	
			REVISÓ:	ADP	FECHA:	
	TÍTULO:	LINEA AGUA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-12 IC-104	REV. A		

DATOS

LINEA No. 1"-LAE-203-23-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDENSADOR BAROMÉTRICO IC-104
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	2.58	GPM	0.59	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	2.84	GPM	0.65	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9958					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86	°F	30	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	19.30	3.64E+04	0.02	292.38	41.47	121.24	0	121.24
1/2	0.37	8.46	2.41E+04	0.03	39.74	45.88	18.23	0	18.23
3/4	0.62	3.01	1.44E+04	0.03	3.36	54.72	1.84	0	1.84
1	0.87	1.53	1.03E+04	0.03	0.67	63.55	0.43	0	0.43
1 1/2	1.37	0.62	6.52E+03	0.04	0.08	81.22	0.06	0	0.06
2	1.87	0.33	4.77E+03	0.04	0.02	98.88	0.02	0	0.02
2 1/2	2.37	0.21	3.77E+03	0.04	0.01	116.55	0.01	1	0.01
3	2.87	0.14	3.11E+03	0.04	0.00	134.22	0.00	2	0.00
4	3.87	0.08	2.31E+03	0.03	0.00	169.55	0.00	3	0.00
6	5.87	0.03	1.52E+03	0.04	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	6
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA AGUA DE ENFRIAMIENTO RETORNO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-12 IC-104	REV. A		

DATOS

LINEA No. 1"-LAE-20324-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-104
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	2.58	GPM	0.59	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	2.84	GPM	0.65	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9958					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86	°F	30	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	19.30	3.64E+04	0.02	292.38	41.47	121.24	0	121.24
1/2	0.37	8.46	2.41E+04	0.03	39.74	45.88	18.23	0	18.23
3/4	0.62	3.01	1.44E+04	0.03	3.36	54.72	1.84	0	1.84
1	0.87	1.53	1.03E+04	0.03	0.67	63.55	0.43	0	0.43
1 1/2	1.37	0.62	6.52E+03	0.04	0.08	81.22	0.06	0	0.06
2	1.87	0.33	4.77E+03	0.04	0.02	98.88	0.02	0	0.02
2 1/2	2.37	0.21	3.77E+03	0.04	0.01	116.55	0.01	1	0.01
3	2.87	0.14	3.11E+03	0.04	0.00	134.22	0.00	2	0.00
4	3.87	0.08	2.31E+03	0.03	0.00	169.55	0.00	3	0.00
6	5.87	0.03	1.52E+03	0.04	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	6	DE	6
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA DE CONDESADO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-12 IC-104	REV. A		

DATOS

LINEA No. 3/4"-LAE-202-25-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDESADO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-104
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	1.21	GPM	0.27	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	1.33	GPM	0.30	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86	°F	30	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	9.05	1.70E+04	0.03	74.98	41.47	31.09	0	31.09
1/2	0.37	3.97	1.13E+04	0.03	10.43	45.88	4.79	0	4.79
3/4	0.62	1.41	6.73E+03	0.03	0.90	54.72	0.49	0	0.49
1	0.87	0.72	4.79E+03	0.04	0.18	63.55	0.12	0	0.12
1 1/2	1.37	0.29	3.04E+03	0.04	0.02	81.22	0.02	0	0.02
2	1.87	0.16	2.23E+03	0.03	0.00	98.88	0.00	0	0.00
2 1/2	2.37	0.10	1.76E+03	0.04	0.00	116.55	0.00	1	0.00
3	2.87	0.07	1.45E+03	0.04	0.00	134.22	0.00	2	0.00
4	3.87	0.04	1.08E+03	0.06	0.00	169.55	0.00	3	0.00
6	5.87	0.02	7.11E+02	0.09	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORÓ: JHL FECHA:
	TITULO: PORTADA	REVISÓ: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-13 IC-105	REV. A

MEMORIA DE CALCULO
INTERCAMBIADOR DE CALOR
IC-105
LINEAS DE CONDENSADO
AGUA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRO
AGUA DE ENFRIAMIENTO RETORNO

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	2 DE 5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO C A L C U L O D E	ELABORO	JHL FECHA:
			REVISO:	ADP FECHA:
	TITULO:	INTERCAMBIADOR DE CALOR IC-105	No. PROYECTO:	ERA-2003
No. CALCULO:			MEM-13 IC-105	REV. A

DATOS

TAG: IC-105
SERVICIO: CONDESACIÓN DE VAPOR
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO DE CRISTALIZACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

PRIMERA ETAPA DE CONDESACIÓN

MASA DE VAPOR 662.16 KG / H
TEMPERATURA DE ENTRADA t₁ 100 °C
TEMPERATURA DE SALIDA t₂ 70 °C
DT 30 °C
Cp= 1 KCAL / KG °C

$$Q = mC_p \Delta T$$

CANTIDAD DE CALOR Q = 19,864.85 KCAL / H

CALCULO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

EL FLUJO DE AGUA PARA UN TIPO DE CONDESADOR BAROMÉTRICO ES:
(Perry's Handbook 19-36)

$$Btu / h (para el condensado) = (flujo, gal / min)(500)(C_p)(\Delta t)$$

TEMPERATURA DE ENTRADA AE= 86 °F
TEMPERATURA DE SALIDA AE= 100 °F
DT = 14 °F
CAPACIDAD CALORIFICA Cp= 1 Btu / lb°F
FLUJO DE AGUA = 2.84 GPM

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	3	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LÍNEA DE CONDESADO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-13 IC-105	REV. A		

DATOS

LINEA No. 3/4"-LAE-202-25-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDESADO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-105
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN: 1.21 GPM 0.27 (m³/h) FACTOR DE DISEÑO: 1.10

GASTO DE DISEÑO: 1.33 GPM 0.30 (m³/h)

GARAVEDAD ESPECÍFICA: 0.9927

VISCOSIDAD DE DISEÑO: 1.0 CP

PRESIÓN DE VAPOR: 1.071 PSIA 0.1 (kg/cm² abs)

TEMPERATURA NORMAL: 86 °F 30 °C

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA: 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE: 4 FT / SEG DP /100: 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA: 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	9.05	1.70E+04	0.03	74.98	41.47	31.09	0	31.09
1/2	0.37	3.97	1.13E+04	0.03	10.43	45.88	4.79	0	4.79
3/4	0.62	1.41	6.73E+03	0.03	0.90	54.72	0.49	0	0.49
1	0.87	0.72	4.79E+03	0.04	0.18	63.55	0.12	0	0.12
1 1/2	1.37	0.29	3.04E+03	0.04	0.02	81.22	0.02	0	0.02
2	1.87	0.16	2.23E+03	0.03	0.00	98.88	0.00	0	0.00
2 1/2	2.37	0.10	1.76E+03	0.04	0.00	116.55	0.00	1	0.00
3	2.87	0.07	1.45E+03	0.04	0.00	134.22	0.00	2	0.00
4	3.87	0.04	1.08E+03	0.06	0.00	169.55	0.00	3	0.00
6	5.87	0.02	7.11E+02	0.09	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 4 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
	DIMENSIONAMIENTO DE	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: LINEA AGUA DE ENFR. SUMINISTRO	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-13 IC-105	REV. A

DATOS

LINEA No. 1"-LAE-202-26-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDENSADOR BAROMÉTRICO IC-105
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	2.58 GPM	0.59 (m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	2.84 GPM	0.65 (m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9958			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0 CP			
PRESIÓN DE VAPOR	1.071 PSIA	0.1 (kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86 °F	30 °C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA CEDULA 80
POR RESISTENCIA ELECTRICA (EWR).

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP / 100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
L/D TOTAL=			424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	DP TUBERÍA psi	DP EQUIPO psi	DP TOTAL psi
3/8	0.245	19.30	3.64E+04	0.02	292.38	41.47	121.24	0	121.24
1/2	0.37	8.46	2.41E+04	0.03	39.74	45.88	18.23	0	18.23
3/4	0.62	3.01	1.44E+04	0.03	3.36	54.72	1.84	0	1.84
1	0.87	1.53	1.03E+04	0.03	0.67	63.55	0.43	0	0.43
1 1/2	1.37	0.62	6.52E+03	0.04	0.08	81.22	0.06	0	0.06
2	1.87	0.33	4.77E+03	0.04	0.02	98.88	0.02	0	0.02
2 1/2	2.37	0.21	3.77E+03	0.04	0.01	116.55	0.01	1	0.01
3	2.87	0.14	3.11E+03	0.04	0.00	134.22	0.00	2	0.00
4	3.87	0.08	2.31E+03	0.03	0.00	169.55	0.00	3	0.00
6	5.87	0.03	1.52E+03	0.04	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO	JHL	FECHA:	
	TITULO:	DIMENSIONAMIENTO DE LINEA AGUA DE ENFRIAMIENTO RETORNO	REVISO:	ADP	FECHA:	
			No. PROYECTO:	ERA-2003		
			No. CALCULO:	MEM-13 IC-105	REV. A	

DATOS

LINEA No. 1"-LAE-202-27-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-105
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN 2.58 GPM 0.59 (m³/h) FACTOR DE
GASTO DE DISEÑO 2.84 GPM 0.65 (m³/h) DISEÑO 1.10

GARAVEDAD ESPECÍFICA 0.9958

VISCOSIDAD DE DISEÑO 1.0 CP

PRESIÓN DE VAPOR 1.071 PSIA 0.1 (kg/cm² abs)

TEMPERATURA NORMAL: 86 °F 30 °C

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA CEDULA 80
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR).

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP / 100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
L/D TOTAL=			424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	19.30	3.64E+04	0.02	292.38	41.47	121.24	0	121.24
1/2	0.37	8.46	2.41E+04	0.03	39.74	45.88	18.23	0	18.23
3/4	0.62	3.01	1.44E+04	0.03	3.36	54.72	1.84	0	1.84
1	0.87	1.53	1.03E+04	0.03	0.67	63.55	0.43	0	0.43
1 1/2	1.37	0.62	6.52E+03	0.04	0.08	81.22	0.06	0	0.06
2	1.87	0.33	4.77E+03	0.04	0.02	98.88	0.02	0	0.02
2 1/2	2.37	0.21	3.77E+03	0.04	0.01	116.55	0.01	0	0.01
3	2.87	0.14	3.11E+03	0.04	0.00	134.22	0.00	0	0.00
4	3.87	0.08	2.31E+03	0.03	0.00	169.55	0.00	0	0.00
6	5.87	0.03	1.52E+03	0.04	0.00	240.22	0.00	0	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 6
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-14 IC-107	REV. A

MEMORIA DE CALCULO
INTERCAMBIADOR DE CALOR
IC-107
LINEAS DE VAPOR
LINEAS DE CONDENSADO
AGUA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRO
AGUA DE ENFRIAMIENTO RETORNO

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 6
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: INTERCAMBIADOR DE CALOR IC-100	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-14 IC-107	REV. A

DATOS

TAG: IC-107
SERVICIO: CONDESACIÓN DE VAPOR
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO DE CRISTALIZACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

PRIMERA ETAPA DE CONDESACIÓN

MASA DE VAPOR	6536.53 lb / h
TEMPERATURA DE ENTRADA t ₁	130 °F
TEMPERATURA DE SALIDA t ₂	100 °F
DT	30 °F
Cp=	1 Btu / lb °F

$$Q = mC_p \Delta T$$

CANTIDAD DE CALOR Q = 196,095.90 Btu / H

CALCULO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

EL FLUJO DE AGUA PARA UN TIPO DE CONDESADOR BAROMÉTRICO ES:

(Perry's Handbook 19-36)

$$Btu / h (para el condensado) = (flujo, gal / min)(500)(C_p)(\Delta t)$$

TEMPERATURA DE ENTRADA AE=	86	°F
TEMPERATURA DE SALIDA AE=	100	°F
DT =	14	°F
CAPACIDAD CALORIFICA Cp=	1	Btu / lb °F
FLUJO DE AGUA =	28.01	GPM

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 6
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE VAPOR	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-14 IC-107	REV. A

DATOS

LINEA No. 4"-V2.8PSIA-201-42-CS-16HC
SERVICIO: LINEA DE VAPOR
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO DE CRISTALIZACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO VAPOR DE CALDERA A 7 BAR
FACTOR DE DISEÑO 1.10
FLUJO DE OPERACIÓN 1.65 LB / SEG 2695.38 KG / H
FLUJO DE DISEÑO 1.82 LB / SEG 2964.92 KG / H
PRESIÓN ATMOSFERICA 14.7 PSIA 1.03 (kg/cm² abs)
VISCOSIDAD DE DISEÑO 0.150 CP
PESO MOLECULAR 18.00
PRESIÓN INICIAL / FINAL P ENTRADA 101.00 PSIA P SALIDA 101 PSIA
TEMPERATURA NORMAL: 176 °F 80 °C 636 °R
MATERIAL DE TUBERÍA: CS ASTM A-53 Gr B CEDULA 80
VELOCIDAD RECOMENDABLE 6900 FT / MIN CAIDA DE PRESIÓN (B/100) 0.6-1.3 PSI / 100 FT
2103.12 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VALVULA DE GLOBO	0	340	0
VÁLVULA DE BOLA	0	20	0
VALVULA DE DIAFRAGMA	0	40	0
VÁLVULA CHECK	0	350	0
CODO 90°	0	30	0
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	0	52	0
REDUCCIÓN	0	30	0
EXPANSIÓN	0	35	0
		L/D TOTAL=	0

% INCREMENTO CONSIDERADO PARA FACTOR DE FRICCIÓN 20

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft / min	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f _D	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL EQ. ft	D P TUBERÍA psi	VELOCIDAD FINAL (ft / min)	PRESIÓN FINAL P2 psi
1	0.957	71509.73	2.87E+05	0.03	1640.21	32.81	538.13	-18743.88	-437.13
1 1/2	1.5	29107.61	6.12E+08	0.02	152.51	32.81	50.04	76933.15	50.96
2	1.939	17419.41	4.73E+08	0.02	39.68	32.81	13.02	38058.55	87.98
2 1/2	2.323	12136.42	3.95E+08	0.02	15.40	32.81	5.05	29480.23	95.95
3	2.9	7787.41	3.16E+08	0.02	4.82	1.00	0.05	22592.91	100.95
3 1/2	3.364	5787.31	2.73E+08	0.02	2.22	2.00	0.04	19476.00	100.96
4	3.826	4474.03	2.40E+08	0.02	1.13	3.00	0.03	17122.68	100.97
5	4.813	2827.21	1.91E+08	0.02	0.34	4.00	0.01	13608.95	100.99

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 4 DE 6
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-14 IC-107	REV. A

DATOS

LINEA No. 2"-LAE-202-43-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDENSADOR IC-107
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	25.47 GPM	5.78 (m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	28.01 GPM	6.36 (m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9958			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0 CP			
PRESIÓN DE VAPOR	1.071 PSIA	0.1 (kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86 °F	30 °C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA CEDULA 80
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR).

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP / 100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	190.41	3.59E+05	0.02	21474.18	41.47	8904.28	0	8904.28
1/2	0.37	83.49	2.38E+05	0.02	2668.30	45.88	1224.26	0	1224.26
3/4	0.62	29.73	1.42E+05	0.02	205.70	54.72	112.55	0	112.55
1	0.87	15.10	1.01E+05	0.02	39.27	63.55	24.95	0	24.95
1 1/2	1.37	6.09	6.43E+04	0.02	4.36	81.22	3.54	0	3.54
2	1.87	3.27	4.71E+04	0.02	0.98	98.88	0.97	0	0.97
2 1/2	2.37	2.03	3.72E+04	0.02	0.31	116.55	0.37	1	0.37
3	2.87	1.39	3.07E+04	0.02	0.13	134.22	0.17	2	0.17
4	3.87	0.76	2.28E+04	0.03	0.03	169.55	0.05	3	0.05
6	5.87	0.33	1.50E+04	0.03	0.00	240.22	0.01	4	1.01

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 5 DE 6
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-14 IC-107	REV. A

DATOS

LINEA No. 2"-LAE-202-44-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-107
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	25.47 GPM	5.78 (m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	28.01 GPM	6.36 (m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9958			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0 CP			
PRESIÓN DE VAPOR	1.071 PSIA	0.1 (kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86 °F	30 °C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA CEDULA 80
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR).

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP / 100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	190.41	3.59E+05	0.02	21474.18	41.47	8904.28	0	8904.28
1/2	0.37	83.49	2.38E+05	0.02	2668.30	45.88	1224.26	0	1224.26
3/4	0.62	29.73	1.42E+05	0.02	205.70	54.72	112.55	0	112.55
1	0.87	15.10	1.01E+05	0.02	39.27	63.55	24.95	0	24.95
1 1/2	1.37	6.09	6.43E+04	0.02	4.36	81.22	3.54	0	3.54
2	1.87	3.27	4.71E+04	0.02	0.98	98.88	0.97	0	0.97
2 1/2	2.37	2.03	3.72E+04	0.02	0.31	116.55	0.37	1	0.37
3	2.87	1.39	3.07E+04	0.02	0.13	134.22	0.17	2	0.17
4	3.87	0.76	2.28E+04	0.03	0.03	169.55	0.05	3	0.05
6	5.87	0.33	1.50E+04	0.03	0.00	240.22	0.01	4	1.01

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 6 DE 6
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORÓ: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISÓ: ADP FECHA:
	TÍTULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-12 IC-104	REV. A

DATOS

LINEA No. 1 1/2"-LAE-202-45-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDESADO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-107
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	11.95 GPM	2.72 (m³/h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	13.15 GPM	2.99 (m³/h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0 CP			
PRESIÓN DE VAPOR	1.071 PSIA	0.1 (kg/cm² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	100 °F	38 °C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA CEDULA 80
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR).

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	89.38	1.68E+05	0.02	5017.46	41.47	2080.49	0	2080.49
1/2	0.37	39.19	1.11E+05	0.02	642.79	45.88	294.92	0	294.92
3/4	0.62	13.96	6.65E+04	0.02	51.36	54.72	28.10	0	28.10
1	0.87	7.09	4.74E+04	0.02	9.98	63.55	6.34	0	6.34
1 1/2	1.37	2.86	3.01E+04	0.02	1.13	81.22	0.92	0	0.92
2	1.87	1.53	2.20E+04	0.03	0.26	98.88	0.25	0	0.25
2 1/2	2.37	0.96	1.74E+04	0.03	0.08	116.55	0.10	0	0.10
3	2.87	0.65	1.44E+04	0.03	0.03	134.22	0.04	0	0.04
4	3.87	0.36	1.06E+04	0.03	0.01	169.55	0.01	0	0.01
6	5.87	0.16	7.02E+03	0.03	0.00	240.22	0.00	0	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	1	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	PORTADA	No. PROYECTO:	ERA-2003		
No. CALCULO:			MEM-15 IC-108	REV. A		

MEMORIA DE CALCULO
INTERCAMBIADOR DE CALOR
IC-108
LINEA DE CONDENSADO
AGUA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRO
AGUA DE ENFRIAMIENTO RETORNO

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: ILTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: INTERCAMBIADOR DE CALOR IC-108	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-15 IC-108	REV. A

DATOS

TAG. IC-108
SERVICIO: CONDESACIÓN DE VAPOR
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO DE CRISTALIZACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

PRIMERA ETAPA DE CONDESACIÓN

MASA DE VAPOR 6536.53 lb / h
TEMPERATURA DE ENTRADA t_1 100 °F
TEMPERATURA DE SALIDA t_2 70 °F
DT 30 °F
Cp= 1 Btu / lb °F

$$Q = mC_p \Delta T$$

CANTIDAD DE CALOR Q = 196.095.90 Btu / h

CALCULO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

EL FLUJO DE AGUA PARA UN TIPO DE CONDESADOR BAROMÉTRICO ES:

(Perry's Handbook 19-36)

$$Btu / h (para\ el\ condensado) = (flujo, gal / min)(500)(C_p)(\Delta t)$$

TEMPERATURA DE ENTRADA AE= 86 °F
TEMPERATURA DE SALIDA AE= 100 °F
DT = 14 °F
CAPACIDAD CALORIFICA Cp= 1 Btu / lb °F
FLUJO DE AGUA = 28.01 GPM

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	3	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA DE AGUA DE ENFRIA. SUMINISTRO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 2"-LAE-202-46-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDENSADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	25.47	GPM	5.78	(m³/h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	28.01	GPM	6.36	(m³/h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9958					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86	°F	30	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	190.41	3.59E+05	0.02	21474.18	41.47	8904.28	0	8904.28
1/2	0.37	83.49	2.38E+05	0.02	2668.30	45.88	1224.26	0	1224.26
3/4	0.62	29.73	1.42E+05	0.02	205.70	54.72	112.55	0	112.55
1	0.87	15.10	1.01E+05	0.02	39.27	63.55	24.95	0	24.95
1 1/2	1.37	6.09	6.43E+04	0.02	4.36	81.22	3.54	0	3.54
2	1.87	3.27	4.71E+04	0.02	0.98	98.88	0.97	0	0.97
2 1/2	2.37	2.03	3.72E+04	0.02	0.31	116.55	0.37	1	0.37
3	2.87	1.39	3.07E+04	0.02	0.13	134.22	0.17	2	0.17
4	3.87	0.76	2.28E+04	0.03	0.03	169.55	0.05	3	0.05
6	5.87	0.33	1.50E+04	0.03	0.00	240.22	0.01	4	1.01

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	4	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA DE AGUA DE ENFRIA. RETORNO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 2"-LAE-202-47-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	25.47	GPM	5.78	(m³/h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	28.01	GPM	6.36	(m³/h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9958					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	100	°F	38	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	190.41	3.59E+05	0.02	21474.18	41.47	8904.28	0	8904.28
1/2	0.37	83.49	2.38E+05	0.02	2668.30	45.88	1224.26	0	1224.26
3/4	0.62	29.73	1.42E+05	0.02	205.70	54.72	112.55	0	112.55
1	0.87	15.10	1.01E+05	0.02	39.27	63.55	24.95	0	24.95
1 1/2	1.37	6.09	6.43E+04	0.02	4.36	81.22	3.54	0	3.54
2	1.87	3.27	4.71E+04	0.02	0.98	98.88	0.97	0	0.97
2 1/2	2.37	2.03	3.72E+04	0.02	0.31	116.55	0.37	0	0.37
3	2.87	1.39	3.07E+04	0.02	0.13	134.22	0.17	0	0.17
4	3.87	0.76	2.28E+04	0.03	0.03	169.55	0.05	0	0.05
6	5.87	0.33	1.50E+04	0.03	0.00	240.22	0.01	0	1.01

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 1 1/2"-LAE-202-48-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDESADO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	11.95	GPM	2.72	(m³/h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	13.15	GPM	2.99	(m³/h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	70	°F	21	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	89.38	1.68E+05	0.02	5017.46	41.47	2080.49	0	2080.49
1/2	0.37	39.19	1.11E+05	0.02	642.79	45.88	294.92	0	294.92
3/4	0.62	13.96	6.65E+04	0.02	51.36	54.72	28.10	0	28.10
1	0.87	7.09	4.74E+04	0.02	9.98	63.55	6.34	0	6.34
1 1/2	1.37	2.86	3.01E+04	0.02	1.13	81.22	0.92	0	0.92
2	1.87	1.53	2.20E+04	0.03	0.26	98.88	0.25	0	0.25
2 1/2	2.37	0.96	1.74E+04	0.03	0.08	116.55	0.10	1	0.10
3	2.87	0.65	1.44E+04	0.03	0.03	134.22	0.04	2	0.04
4	3.87	0.36	1.06E+04	0.03	0.01	169.55	0.01	3	0.01
6	5.87	0.16	7.02E+03	0.03	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 2"-LAE-202-21-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDESADO
AREA: EVAPORACION MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	29.63	GPM	6.73	(m³/h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	32.59	GPM	7.40	(m³/h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.97					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	70	°F	21	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	221.52	4.08E+05	0.02	28144.28	41.47	11670.04	0	11670.04
1/2	0.37	97.13	2.70E+05	0.02	3480.75	45.88	1597.03	0	1597.03
3/4	0.62	34.59	1.61E+05	0.02	266.66	54.72	145.91	0	145.91
1	0.87	17.57	1.15E+05	0.02	50.73	63.55	32.24	0	32.24
1 1/2	1.37	7.08	7.30E+04	0.02	5.62	81.22	4.56	0	4.56
2	1.87	3.80	5.35E+04	0.02	1.26	98.88	1.24	0	1.24
2 1/2	2.37	2.37	4.22E+04	0.02	0.40	116.55	0.47	1	0.47
3	2.87	1.61	3.48E+04	0.02	0.16	134.22	0.22	2	0.22
4	3.87	0.89	2.58E+04	0.02	0.04	169.55	0.07	3	0.07
6	5.87	0.39	1.70E+04	0.03	0.01	240.22	0.01	4	1.01

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 1 1/2"-LAE-202-48-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDESADO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	11.95	GPM	2.72	(m³/h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	13.15	GPM	2.99	(m³/h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	70	°F	21	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	89.38	1.68E+05	0.02	5017.46	41.47	2080.49	0	2080.49
1/2	0.37	39.19	1.11E+05	0.02	642.79	45.88	294.92	0	294.92
3/4	0.62	13.96	6.65E+04	0.02	51.36	54.72	28.10	0	28.10
1	0.87	7.09	4.74E+04	0.02	9.98	63.55	6.34	0	6.34
1 1/2	1.37	2.86	3.01E+04	0.02	1.13	81.22	0.92	0	0.92
2	1.87	1.53	2.20E+04	0.03	0.26	98.88	0.25	0	0.25
2 1/2	2.37	0.96	1.74E+04	0.03	0.08	116.55	0.10	1	0.10
3	2.87	0.65	1.44E+04	0.03	0.03	134.22	0.04	2	0.04
4	3.87	0.36	1.06E+04	0.03	0.01	169.55	0.01	3	0.01
6	5.87	0.16	7.02E+03	0.03	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA AGUA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 3"-LAE-202-31-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	56.09	GPM	12.74	(m³/h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	61.70	GPM	14.01	(m³/h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86	°F	30	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	419.41	7.89E+05	0.02	99920.39	41.47	41432.05	0	41432.05
1/2	0.37	183.89	5.23E+05	0.02	12098.17	45.88	5550.85	0	5550.85
3/4	0.62	65.49	3.12E+05	0.02	897.77	54.72	491.21	0	491.21
1	0.87	33.26	2.22E+05	0.02	167.54	63.55	106.47	0	106.47
1 1/2	1.37	13.41	1.41E+05	0.02	18.19	81.22	14.77	0	14.77
2	1.87	7.20	1.03E+05	0.02	4.03	98.88	3.99	0	3.99
2 1/2	2.37	4.48	8.16E+04	0.02	1.29	116.55	1.50	1	1.50
3	2.87	3.06	6.74E+04	0.02	0.51	134.22	0.69	2	0.69
4	3.87	1.68	5.00E+04	0.02	0.12	169.55	0.21	3	0.21
6	5.87	0.73	3.29E+04	0.02	0.02	240.22	0.04	4	1.04

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA AGUA DE ENFRIAMIENTO RETORNO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 3"-LAE-202-32-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	56.09	GPM	12.74	(m³/h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	61.70	GPM	14.01	(m³/h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	100	°F	38	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	419.41	7.89E+05	0.02	99920.39	41.47	41432.05	0	41432.05
1/2	0.37	183.89	5.23E+05	0.02	12098.17	45.88	5550.85	0	5550.85
3/4	0.62	65.49	3.12E+05	0.02	897.77	54.72	491.21	0	491.21
1	0.87	33.26	2.22E+05	0.02	167.54	63.55	106.47	0	106.47
1 1/2	1.37	13.41	1.41E+05	0.02	18.19	81.22	14.77	0	14.77
2	1.87	7.20	1.03E+05	0.02	4.03	98.88	3.99	0	3.99
2 1/2	2.37	4.48	8.16E+04	0.02	1.29	116.55	1.50	1	1.50
3	2.87	3.06	6.74E+04	0.02	0.51	134.22	0.69	2	0.69
4	3.87	1.68	5.00E+04	0.02	0.12	169.55	0.21	3	0.21
6	5.87	0.73	3.29E+04	0.02	0.02	240.22	0.04	4	1.04

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORÓ:	JHL	FECHA:	
			REVISÓ:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LÍNEA CONDENSADO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 2"-COND-202-22-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDESADO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	31.13	GPM	7.07	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	34.24	GPM	7.78	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	193	°F	89	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	232.74	4.38E+05	0.02	31608.27	41.47	13106.39	0	13106.39
1/2	0.37	102.05	2.90E+05	0.02	3899.27	45.88	1789.05	0	1789.05
3/4	0.62	36.34	1.73E+05	0.02	297.69	54.72	162.88	0	162.88
1	0.87	18.46	1.23E+05	0.02	56.52	63.55	35.92	0	35.92
1 1/2	1.37	7.44	7.83E+04	0.02	6.25	81.22	5.07	0	5.07
2	1.87	4.00	5.74E+04	0.02	1.40	98.88	1.38	0	1.38
2 1/2	2.37	2.49	4.53E+04	0.02	0.45	116.55	0.52	0	0.52
3	2.87	1.70	3.74E+04	0.02	0.18	134.22	0.24	0	0.24
4	3.87	0.93	2.77E+04	0.02	0.04	169.55	0.07	0	0.07
6	5.87	0.41	1.83E+04	0.03	0.01	240.22	0.01	0	1.01

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 9
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
No. CALCULO: MEM-16 CZ-101		REV. A

MEMORIA DE CALCULO
CRISTALIZADOR
CZ-101
LINEAS DE PROCESO

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: ILTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 9
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: CRISTALIZADOR CZ-101	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-16 CZ-101	REV. A

DATOS

TAG. CZ-101
SERVICIO: CRISTALIZACIÓN DE SOLUCIÓN CONCENTRADA
AREA: CRISTALIZACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

DATOS

FLUJO DE ENTRADA

CONCENTRACION DE ENTRADA	33	% PESO	Boquilla	1.5	in
RELACION DE CRISTALIZACION	1.19		Alt. Sup. de vap.	1.1729	m.
EFICIENCIA DE SEPARACION DE CENTRI	80	%	Alt. Inf. de vap.	0.4129	m.
HUMEDAD DE SOLIDO FINA	20	%			
CONCENTRACION DE SATURACION	44	% PESO	T. de res.	1	min.
CONSISTENCIA SALIDA CRIST.	14	% PESO	Volumen	11.58	ft3
TEMPERATURA DE ENTRADA	138.2	°F	Vol. Dis. (20%)	13.896	ft3
CAPACIDAD CALIRIFICA	0.9	Btu/lb°F	Alt. nivel nor.	1.0916	ft
CALOR LATENTE	1014.7	Btu/lb		0.3327	m.
TEMPERATURA DE EBULLICIÓN SOLUCIÓN	145.4	°F	Alt. nivel máx.	0.15	m.
TEMPERATURA DE VAPOR SATURADO	352.4	°F	Angulo	60	°
DENSIDAD DE VAPOR	0.0373	lb/ft ³	Altura	3.4641	ft
FACTOR DE CORRELACION "K"	12.2			1.0559	m.
VELOCIDAD DE DISEÑO	20	%	Volumen	14.51	ft3
DIÁMETRO BOQUILLA DE ALIMENTACIÓN	1.5	in			
TIEMPO DE RESIDENCIA	4	min.			
ALTURA PARA NIVEL MÁXIMO	0.15	m.			
ÁNGULO CONO	60	°			

LIQUIDO

FLUJO Másico 628594.71 kg/día
57690.41 lb/hr
DENSIDAD: 1.33 gr/cm3
83.03 lb/ft3
FLUJO VOL. 694.79 ft3/hr
11.58 ft3/min.

VAPOR

FLUJO Másico 71221.98458 kg/día
6536.525751 lb/hr
DENSIDAD: 0.0005968 gr/cm3
0.0373 lb/ft3
FLUJO VOL. 175241.9772 ft3/hr
48.67832701 ft3/hr

VELOCIDAD DE VAPOR PERMISIBLE (Vt)

K = 12.20
Vt = 575.49 cm/seg
18.88 ft/seg
VEL diseño 3.78 ft/seg
Área seccional 12.89 ft2
Diámetro 4.05 ft

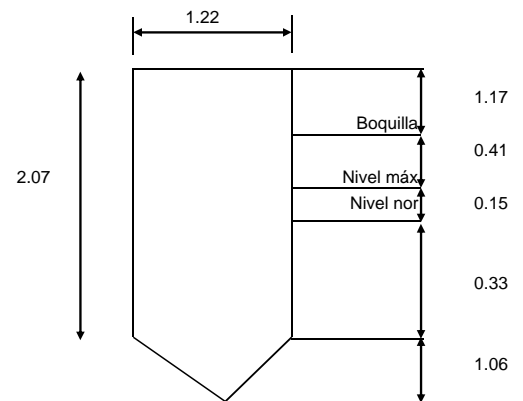
Altura total sin cono

2.07 m.

L/D

1.7

4.00 ft REDONDEO
1.22 m.



DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	3	DE	9
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORÓ:	JHL	FECHA:	
			REVISÓ	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO SUM.	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 2"-LP-101-51-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDENSADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	<u>38.88</u> GPM	<u>8.83</u> (m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	<u>42.77</u> GPM	<u>9.71</u> (m ³ /h)	DISEÑO	<u>1.10</u>
GARAVEDAD ESPECÍFICA	<u>1.23</u>			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	<u>1.0</u> CP			
PRESIÓN DE VAPOR	<u>1.071</u> PSIA	<u>0.1</u> (kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	<u>145</u> °F	<u>63</u> °C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA CEDULA 80
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR).

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	290.71	6.78E+05	0.02	59831.85	41.47	24809.31	0	24809.31
1/2	0.37	127.46	4.49E+05	0.02	7276.21	45.88	3338.45	0	3338.45
3/4	0.62	45.39	2.68E+05	0.02	543.82	54.72	297.55	0	297.55
1	0.87	23.05	1.91E+05	0.02	101.95	63.55	64.79	0	64.79
1 1/2	1.37	9.30	1.21E+05	0.02	11.12	81.22	9.03	0	9.03
2	1.87	4.99	8.88E+04	0.02	2.47	98.88	2.44	0	2.44
2 1/2	2.37	3.11	7.01E+04	0.02	0.79	116.55	0.92	0	0.92
3	2.87	2.12	5.79E+04	0.02	0.32	134.22	0.42	0	0.42
4	3.87	1.17	4.29E+04	0.02	0.08	169.55	0.13	0	0.13
6	5.87	0.51	2.83E+04	0.02	0.01	240.22	0.02	0	1.02

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	4	DE	9
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO RETORNO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 2"-LAE-202-47-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	25.47	GPM	5.78	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	28.01	GPM	6.36	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9958					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	100	°F	38	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	190.41	3.59E+05	0.02	21474.18	41.47	8904.28	0	8904.28
1/2	0.37	83.49	2.38E+05	0.02	2668.30	45.88	1224.26	0	1224.26
3/4	0.62	29.73	1.42E+05	0.02	205.70	54.72	112.55	0	112.55
1	0.87	15.10	1.01E+05	0.02	39.27	63.55	24.95	0	24.95
1 1/2	1.37	6.09	6.43E+04	0.02	4.36	81.22	3.54	0	3.54
2	1.87	3.27	4.71E+04	0.02	0.98	98.88	0.97	0	0.97
2 1/2	2.37	2.03	3.72E+04	0.02	0.31	116.55	0.37	0	0.37
3	2.87	1.39	3.07E+04	0.02	0.13	134.22	0.17	0	0.17
4	3.87	0.76	2.28E+04	0.03	0.03	169.55	0.05	0	0.05
6	5.87	0.33	1.50E+04	0.03	0.00	240.22	0.01	0	1.01

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	5	DE	9
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 1 1/2'-LAE-202-48-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDESADO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	11.95	GPM	2.72	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	13.15	GPM	2.99	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	70	°F	21	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	89.38	1.68E+05	0.02	5017.46	41.47	2080.49	0	2080.49
1/2	0.37	39.19	1.11E+05	0.02	642.79	45.88	294.92	0	294.92
3/4	0.62	13.96	6.65E+04	0.02	51.36	54.72	28.10	0	28.10
1	0.87	7.09	4.74E+04	0.02	9.98	63.55	6.34	0	6.34
1 1/2	1.37	2.86	3.01E+04	0.02	1.13	81.22	0.92	0	0.92
2	1.87	1.53	2.20E+04	0.03	0.26	98.88	0.25	0	0.25
2 1/2	2.37	0.96	1.74E+04	0.03	0.08	116.55	0.10	1	0.10
3	2.87	0.65	1.44E+04	0.03	0.03	134.22	0.04	2	0.04
4	3.87	0.36	1.06E+04	0.03	0.01	169.55	0.01	3	0.01
6	5.87	0.16	7.02E+03	0.03	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	6	DE	9
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA CONDENSADO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 2"-LAE-202-21-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDESADO
AREA: EVAPORACION MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	29.63	GPM	6.73	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	32.59	GPM	7.40	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.97					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	70	°F	21	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	221.52	4.08E+05	0.02	28144.28	41.47	11670.04	0	11670.04
1/2	0.37	97.13	2.70E+05	0.02	3480.75	45.88	1597.03	0	1597.03
3/4	0.62	34.59	1.61E+05	0.02	266.66	54.72	145.91	0	145.91
1	0.87	17.57	1.15E+05	0.02	50.73	63.55	32.24	0	32.24
1 1/2	1.37	7.08	7.30E+04	0.02	5.62	81.22	4.56	0	4.56
2	1.87	3.80	5.35E+04	0.02	1.26	98.88	1.24	0	1.24
2 1/2	2.37	2.37	4.22E+04	0.02	0.40	116.55	0.47	1	0.47
3	2.87	1.61	3.48E+04	0.02	0.16	134.22	0.22	2	0.22
4	3.87	0.89	2.58E+04	0.02	0.04	169.55	0.07	3	0.07
6	5.87	0.39	1.70E+04	0.03	0.01	240.22	0.01	4	1.01

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	7	DE	9
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISOR:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LÍNEA CONDENSADO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 1 1/2"-LAE-202-48-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE CONDESADO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	11.95	GPM	2.72	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	13.15	GPM	2.99	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	70	°F	21	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESISTENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	89.38	1.68E+05	0.02	5017.46	41.47	2080.49	0	2080.49
1/2	0.37	39.19	1.11E+05	0.02	642.79	45.88	294.92	0	294.92
3/4	0.62	13.96	6.65E+04	0.02	51.36	54.72	28.10	0	28.10
1	0.87	7.09	4.74E+04	0.02	9.98	63.55	6.34	0	6.34
1 1/2	1.37	2.86	3.01E+04	0.02	1.13	81.22	0.92	0	0.92
2	1.87	1.53	2.20E+04	0.03	0.26	98.88	0.25	0	0.25
2 1/2	2.37	0.96	1.74E+04	0.03	0.08	116.55	0.10	1	0.10
3	2.87	0.65	1.44E+04	0.03	0.03	134.22	0.04	2	0.04
4	3.87	0.36	1.06E+04	0.03	0.01	169.55	0.01	3	0.01
6	5.87	0.16	7.02E+03	0.03	0.00	240.22	0.00	4	1.00

DESCRIPCION	ELABORO	REVISOR	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	8	DE	9
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA AGUA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 3"-LAE-202-31-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRO
AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-108
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	56.09 GPM	12.74 (m³/h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	61.70 GPM	14.01 (m³/h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0 CP			
PRESIÓN DE VAPOR	1.071 PSIA	0.1 (kg/cm² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86 °F	30 °C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	419.41	7.89E+05	0.02	99920.39	41.47	41432.05	0	41432.05
1/2	0.37	183.89	5.23E+05	0.02	12098.17	45.88	5550.85	0	5550.85
3/4	0.62	65.49	3.12E+05	0.02	897.77	54.72	491.21	0	491.21
1	0.87	33.26	2.22E+05	0.02	167.54	63.55	106.47	0	106.47
1 1/2	1.37	13.41	1.41E+05	0.02	18.19	81.22	14.77	0	14.77
2	1.87	7.20	1.03E+05	0.02	4.03	98.88	3.99	0	3.99
2 1/2	2.37	4.48	8.16E+04	0.02	1.29	116.55	1.50	1	1.50
3	2.87	3.06	6.74E+04	0.02	0.51	134.22	0.69	2	0.69
4	3.87	1.68	5.00E+04	0.02	0.12	169.55	0.21	3	0.21
6	5.87	0.73	3.29E+04	0.02	0.02	240.22	0.04	4	1.04

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	9	DE	9
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO DIMENSIONAMIENTO DE	ELABORO	JHL	FECHA:	
			REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	LINEA AGUA DE ENFRIAMIENTO RETORNO	No. PROYECTO:	ERA-2003		
		No. CALCULO:	MEM-15 IC-108	REV. A		

DATOS

LINEA No. 3"-LAE-202-32-CS-80-PP
 SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRO
 AREA: CONDESADOR BAROMÉTRICO IC-108
 DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	56.09	GPM	12.74	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	61.70	GPM	14.01	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	0.9927					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.0	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	100	°F	38	°C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B CON COSTURA
 POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR). CEDULA 80

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
 1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
 10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/8	0.245	419.41	7.89E+05	0.02	99920.39	41.47	41432.05	0	41432.05
1/2	0.37	183.89	5.23E+05	0.02	12098.17	45.88	5550.85	0	5550.85
3/4	0.62	65.49	3.12E+05	0.02	897.77	54.72	491.21	0	491.21
1	0.87	33.26	2.22E+05	0.02	167.54	63.55	106.47	0	106.47
1 1/2	1.37	13.41	1.41E+05	0.02	18.19	81.22	14.77	0	14.77
2	1.87	7.20	1.03E+05	0.02	4.03	98.88	3.99	0	3.99
2 1/2	2.37	4.48	8.16E+04	0.02	1.29	116.55	1.50	1	1.50
3	2.87	3.06	6.74E+04	0.02	0.51	134.22	0.69	2	0.69
4	3.87	1.68	5.00E+04	0.02	0.12	169.55	0.21	3	0.21
6	5.87	0.73	3.29E+04	0.02	0.02	240.22	0.04	4	1.04

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO: <u>JHL</u> FECHA:
		REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
No. CALCULO: <u>MEM-17 P-AE</u>		<u>REV. A</u>

MEMORIA DE CALCULO BOMBA CENTRIFUGA P-AE

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	2	DE	5
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO:	JHL	FECHA:	
	TITULO:	C A L C U L O D E BOMBA CENTRIFUGA	REVISO:	ADP	FECHA:	
			No. PROYECTO:	ERA-2003	No. CALCULO:	MEM-17 P-AE

DATOS

TAG: P-AE
SERVICIO: BOMBA DE SUMINISTRO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: SERVICIOS AUXILIARES
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%

GASTO DE OPERACIÓN	56	GPM	12.74	(m ³ /h)
GASTO DE DISEÑO	62	GPM	14.01	(m ³ /h)
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.00			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1.00	cp		
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)
TEMPERATURA NORMAL / MAX:	149	°F	65	°C
PRESIÓN BAROMÉTRICA	14.7	PSIA	1.033512	(kg/cm ² abs)

SECUENCIA DE CÁLCULO

TUBERÍA DE LA SUCCIÓN DE LA BOMBA

PRESIÓN DEL SISTEMA P1= 14.7 PSIA 1.033512 (kg/cm² abs)
ALTURA DE SUCCIÓN 0 FT 0 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	FACTOR Fr (ft)	DISPONIBLE NPSH (ft)	PRESIÓN SUCCIÓN (psig)
2	1.87	3.32	0.02	28.293	-3.323

TUBERÍA DE DESCARGA DE LA BOMBA

PRESIÓN DEL SISTEMA P2= 24.7 PSIA 1.736582 (kg/cm² abs)
ALTURA DE DESCARGA 32.808 FT 10 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	PRESIÓN DESCARGA (psig)
3	2.87	14.43	
MEDIDOR DE FLUJO		8.00	
IC-104/5/7/8		40.00	

TOTAL 62.43 86.58

DIAMETRO SELECCIONADO 3 in

RESUMEN

GASTO DE DISEÑO: 62 GPM
NPSH DISPONIBLE: 28 FT
PRESIÓN DIFERENCIAL: 90 PSIG
WHP: 3.2 HP
CARGA DINÁMICA TOTAL: 208 FT
EFICIENCIA: 30 %
FACTOR DE SERVICIO: 1.15
BHP MOTOR CALCULADO: 10.74

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE SUCCIÓN	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-17 P-AE REV. A

DATOS

LINEA No. 3"-LAE-201-CS-16HC
SERVICIO: SUCCIÓN DE BOMBA P-105
AREA: SERVICIOS AUXILIARES
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%

GASTO DE OPERACIÓN	56	GPM	12.74	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	62	GPM	14.01	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.00					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	86	°F	30	°C		
MATERIAL DE TUBERÍA:	ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L				CEDULA	16
VELOCIDAD RECOMENDABLE	4	FT / SEG				
	1.22	M / SEG				

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 49.21 FT
15.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	3	30	90
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
SALIDA	1	52	52
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	212

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	65.49	3.13E+05	0.02	900.2589135	60.17	541.65	0	541.6491636
1	0.87	33.26	2.23E+05	0.02	167.9844023	64.58	108.49	0	108.4886919
1 1/2	1.37	13.41	1.42E+05	0.02	18.23485762	73.42	13.39	0	13.38729062
2	1.87	7.20	1.04E+05	0.02	4.04027838	82.25	3.32	0	3.323099275
2 1/2	2.37	4.48	8.18E+04	0.02	1.289404634	91.08	1.17	0	1.174423245
3	2.87	3.06	6.76E+04	0.02	0.513887319	99.92	0.51	0	0.513455303
4	3.87	1.68	5.01E+04	0.02	0.122645892	117.58	0.14	0	0.144210227

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 4 DE 5
	PROYECTO <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORÓ: <u>JHL</u> FECHA:
		REVISÓ: <u>ADP</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	
TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DESCARGA	No. CALCULO: <u>MEM-17 P-AE</u>	<u>REV. A</u>

DATOS

LINEA No. 3^o-LAE-201-CS-16HC
SERVICIO: DESCARGA DE BOMBA P-AE
AREA: SERVICIOS
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%

GASTO DE OPERACIÓN 56 GPM 12.74 (m³/h) FACTOR DE
GASTO DE DISEÑO 62 GPM 14.01 (m³/h) DISEÑO 1.10

GARAVEDAD ESPECÍFICA 1.00
VISCOSIDAD DE DISEÑO 1.0 CP
PRESIÓN DE VAPOR 1.071 PSIA 0.1 (kg/cm² abs)
TEMPERATURA NORMAL: 86 °F 30 °C

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L CEDULA 16
VELOCIDAD RECOMENDABLE 8 FT / SEG
2.44 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	406

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	65.49	3.13E+05	0.02	900.26	53.79	484.20	0	484.20
1	0.87	33.26	2.23E+05	0.02	167.98	62.24	104.56	0	104.56
1 1/2	1.37	13.41	1.42E+05	0.02	18.23	79.16	14.43	0	14.43
2	1.87	7.20	1.04E+05	0.02	4.04	96.08	3.88	0	3.88
2 1/2	2.37	4.48	8.18E+04	0.02	1.29	112.99	1.46	0	1.46
3	2.87	3.06	6.76E+04	0.02	0.51	129.91	0.67	1	1.67
4	3.87	1.68	5.01E+04	0.02	0.12	163.74	0.20	2	2.20

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E BOMBA CENTRIFUGA	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
		No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
TITULO: BOMBA CENTRIFUGA	No. CALCULO <u>MEM-17 P-AE</u>	<u>REV. A</u>

DATOS

TAG: P-103
SERVICIO: BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 33% w/w AL EVAPORADOR DE CRISTALIZACIÓN
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%
GASTO DE OPERACIÓN: 18 GPM 4.10 (m³/h)
GASTO DE DISEÑO: 20 GPM 4.51 (m³/h)

$$Sm = \frac{1}{1 + Cw * \left(\frac{S_L}{S_s} - 1 \right)}$$

Sm= GREVEDAD ESPECÍFICA DE LA SOLUCIÓN
S_L= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO
S_s= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SÓLIDO
Cw= % DE SÓLIDO EN PESO

DATOS

S_L= 1.00
S_s= 2.32
Cw= 0.33

CALCULO

Sm= 1.23

MASA = 5046 KG/ H

$$\rho = \frac{masa}{volumen}$$

ρ = 1231 TON / M³

VOLUMEN = 4 M3 / H
FLUJO DE OPERACIÓN = 68 L / MIN
FLUJO DE OPERACIÓN = 18 GPM

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADP	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO: <u>JHL</u> FECHA:
	TITULO: PORTADA	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
		No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
	No. CALCULO: <u>MEM-19 P-106</u>	<u>REV. A</u>

MEMORIA DE CALCULO
BOMBA CENTRIFUGA
P-106

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E BOMBA CENTRIFUGA	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
		No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
TITULO:	No. CALCULO <u>MEM-19 P-106</u>	<u>REV. A</u>

DATOS

TAG P-106
SERVICIO: BOMBA DE RECIRCULACIÓN
SULFATO DE SODIO AL 33% w/w
AREA: CRISTALIZACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 33%

GASTO DE OPERACIÓN	46	GPM	10.51	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	51	GPM	11.56	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.23					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	cp				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL / MAX:	176	°F	80	°C		
PRESIÓN BAROMÉTRICA	14.7	PSIA	1.033512	(kg/cm ² abs)		

SECUENCIA DE CÁLCULO

TUBERÍA DE LA SUCCIÓN DE LA BOMBA

PRESIÓN DEL SISTEMA P1= 14.7 PSIA 1.033512 (kg/cm² abs)
ALTURA DE SUCCIÓN 1.6405 FT 0.5 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	FACTOR Fr (ft)	DISPONIBLE NPSH (ft)	PRESIÓN SUCCIÓN (psig)
2 1/2	2.37	0.52	0.02	26.689	0.351

TUBERÍA DE DESCARGA DE LA BOMBA

PRESIÓN DEL SISTEMA P2= 24.7 PSIA 1.736582 (kg/cm² abs)
ALTURA DE DESCARGA 18.045 FT 5.5 m

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	PERDIDAS POR FRICCIÓN (psi)	PRESIÓN DESCARGA (psig)
1 1/2	1.37	12.10	
MEDIDOR DE FLUJO		2.00	
IC-106		10.00	

TOTAL 24.10 43.72

DIAMETRO SELECCIONADO 1 1/2 in

RESUMEN

GASTO DE DISEÑO: 51 GPM
NPSH DISPONIBLE: 27 FT
PRESIÓN DIFERENCIAL: 43 PSIG
WHP: 1.3 HP
CARGA DINÁMICA TOTAL: 81 FT
EFICIENCIA 30 %
FACTOR DE SERVICIO: 1.15
BHP MOTOR CALCULADO: 4.27

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DE SUCCIÓN	No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-19 P-106 REV. A

DATOS

LINEA No. 2 1/2"-SS33-41-SS316L-16HC
SERVICIO: SUCCIÓN DE BOMBA P-105
AREA: CRISTALIZACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 33%

GASTO DE OPERACIÓN	46	GPM	10.51	(m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	51	GPM	11.56	(m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.23					
VISCOSIDAD DE DISEÑO	1	CP				
PRESIÓN DE VAPOR	1.071	PSIA	0.1	(kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	176	°F	80	°C		
MATERIAL DE TUBERÍA:	ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L				CEDULA	16
VELOCIDAD RECOMENDABLE	4	FT / SEG				
	1.22	M / SEG				

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 6.56 FT
2.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	3	30	90
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
SALIDA	1	52	52
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	212

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	54.02	3.19E+05	0.02	755.63	17.52	132.35	0	132.3489
1	0.87	27.43	2.27E+05	0.02	140.91	21.93	30.90	0	30.9046
1 1/2	1.37	11.06	1.44E+05	0.02	15.29	30.77	4.70	0	4.7028
2	1.87	5.94	1.06E+05	0.02	3.39	39.60	1.34	0	1.3407
2 1/2	2.37	3.70	8.35E+04	0.02	1.08	48.43	0.52	0	0.5232
3	2.87	2.52	6.89E+04	0.02	0.43	57.27	0.25	0	0.2465

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 4 DE 5
	PROYECTO <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORÓ: <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISÓ: <u>ADP</u> FECHA:
	TÍTULO: DIMENSIONAMIENTO DE LINEA DESCARGA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO: <u>MEM-19 P-106</u> REV. A

DATOS

LINEA No. 1-1/2"-SS31-106-SS316L-16HC
SERVICIO: DESCARGA DE BOMBA P-105
AREA: CRISTALIZACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%

GASTO DE OPERACIÓN 46 GPM 10.51 (m³/h) FACTOR DE
GASTO DE DISEÑO 51 GPM 11.56 (m³/h) DISEÑO 1.10

GARAVEDAD ESPECÍFICA 1.23
VISCOSIDAD DE DISEÑO 1.0 CP
PRESIÓN DE VAPOR 1.071 PSIA 0.1 (kg/cm² abs)
TEMPERATURA NORMAL: 176 °F 80 °C

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO INOXIDABLE ASTM A-270, GR TP 316 L CEDULA 16
VELOCIDAD RECOMENDABLE 8 FT / SEG
2.44 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	0	18	0
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	406

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
3/4	0.62	54.02	3.19E+05	0.02	755.63	53.79	406.42	0	406.42
1	0.87	27.43	2.27E+05	0.02	140.91	62.24	87.71	0	87.71
1 1/2	1.37	11.06	1.44E+05	0.02	15.29	79.16	12.10	0	12.10
2	1.87	5.94	1.06E+05	0.02	3.39	96.08	3.25	0	3.25
2 1/2	2.37	3.70	8.35E+04	0.02	1.08	112.99	1.22	0	1.22

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
	TITULO: C A L C U L O D E BOMBA CENTRIFUGA	REVISO: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-19 P-106	REV. A

DATOS

TAG: P-103
SERVICIO: BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 33% w/w AL EVAPORADOR DE CRISTALIZACIÓN
AREA: EVAPORADOR DE MULTIPLE EFECTO
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO: SOLUCIÓN DE SULFATO DE SODIO AL 31%
GASTO DE OPERACIÓN: 18 GPM 4.10 (m³/h)
GASTO DE DISEÑO: 20 GPM 4.51 (m³/h)

$$Sm = \frac{1}{1 + Cw * \left(\frac{S_L}{S_s} - 1 \right)}$$

Sm= GREVEDAD ESPECÍFICA DE LA SOLUCIÓN
S_L= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO
S_s= GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SÓLIDO
Cw= % DE SÓLIDO EN PESO

DATOS

S_L= 1.00
S_s= 2.32
Cw= 0.33

CALCULO

Sm= 1.23

MASA = 5046 KG/ H

$$\rho = \frac{masa}{volumen}$$

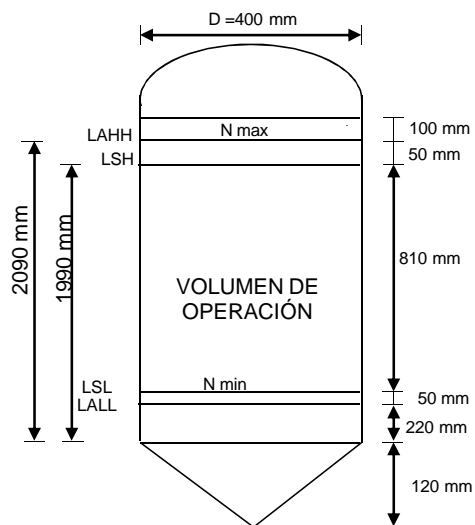
ρ = 1231 TON / M³

VOLUMEN = 4 M3 / H
FLUJO DE OPERACIÓN = 68 L / MIN
FLUJO DE OPERACIÓN = 18 GPM

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 3 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	CALCULO: <u>JHL</u> FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
		No. CALCULO: <u>MEM-21 AV-04</u> REV. A

DATOS DE DISEÑO		R E S U L T A D O S	
TAG'S:	<u>AV-104</u>	ESPEJOR DEL CUERPO CALCULADO	0.14 [PULG]
CANTIDAD:	<u>UNO (1)</u>	ESPEJOR DE CABEZA CALCULADO	----- [PULG]
SERVICIO:	<u>TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SOSA</u>	ESPEJOR DE CONO CALCULADO	0.14 [PULG]
DIAMETRO INTERIOR	15.86 [PULG]	ESPEJOR NOMINAL DEL CUERPO	0.19 [PULG]
LONG. TAN-TAN	122.10 [PULG.]	ESPEJOR NOMINAL DE CABEZA	0.19 [PULG]
ESFUERZO PERMISIBLE	17500 [PSIG]	ESPEJOR NOMINAL DE CONO	0.19 [PULG]
CORROSION PERMISIBLE	0.125 [PULG.]	PRES. MAX. PERM. DE OPERACION	117.10 [PSIG]
RADIOGRAFIADO EN CUERPO	1.00 [%]	PRE. PRUEBA HIDROSTATICA	175.65 [PSIG]
RADIOGRAFIADO EN CABEZAS	1.00 [%]	VOLUMEN TOTAL	0.41 [M ³]
PRESION DE DISEÑO	30.00 [PSIG]	AREA TOTAL	4.22 [M ²]
NIVEL LIQUIDO DE OP. DESDE TANG.	8.93 [PIES]	PESO VACIO	439.15 [kg]
DENSIDAD RELATIVA LIQUIDO OP.	1.19 []	PESO LLENO DE AGUA	844.31 [kg]
ESPEJOR MINIMO	0.19 [PULG.]	VOLUMEN DEL CUERPO	13.97 [FT ³]
REDONDEO ESPEJOR	1/16 [PULG.]	VOLUMEN DE LA CABEZA	0.18 [FT ³]
TAPA PLANA (ESPEJOR)	0 [PULG.]	VOLUMEN DEL CONO	0.18 [FT ³]
CABEZAS TIPO	4	AREA DEL CUERPO	42.25 [FT ²]
(1=ELIP. 2:1; 2 =F & D , 3 =HEMISFERICA; 4 =CONICA)		AREA DE LA CABEZA	1.58 [FT ²]
ANGULO DE CONO	30 [o]	AREA DEL CONO	1.58 [FT ²]
		PESO DEL CUERPO	323.14 [Lb]
NOTAS:		PESO DE LA CABEZA	12.12 [Lb]
1. SE CONSIDER0 UN 170% MAS DE PESO POR LAS BOQUILLAS		PESO DE CONO	12.12 [Lb]
2. LA PRES MAX.PERM. DE OPERACION ESTA		PESO DE LA TAPA PLANA	----- [Lb]
CONSIDERADA A LAS CONDICIONES CORROIDAS		AREA DE LA TAPA PLANA	----- [FT ²]



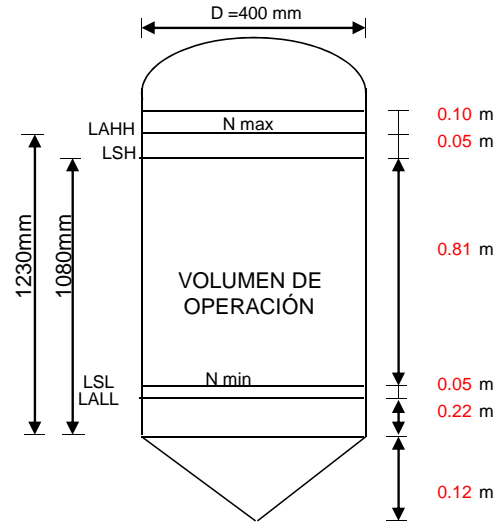
DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 4 DE 5			
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:			
	C A L C U L O D E TITULO: RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	REVISOR: ADP FECHA:			
		No. PROYECTO: ERA-2003			
		No. CALCULO: MEM-21 AV-6 REV. A			
DATOS MISCELANEOS					
PRESION HIDROSTATICA	SELECCIÓN				
CUERPO 4.60 [PSI]	CUERPO 4.60 [PSI]				
CABEZA ELIP. 2:1 4.77 [PSI]					
CABEZAF&D ASME 4.72 [PSI]	CABEZA TIPO CONICA 5.19 [PSI]				
CABEZA HEMISFERICA 4.95 [PSI]					
CABEZA CONICA 5.19 [PSI]					
ESPESOR CALCULADO	SELECCIÓN				
CUERPO 0.14 [PULG.]	CUERPO 0.14 [PULG.]				
CABEZA ELIP. 2:1 0.14 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.15 [PULG.]	CABEZA TIPO CONICA 0.14 [PULG.]				
CABEZA HEMISFERICA 0.13 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.14 [PULG.]					
ESPESOR NOMINAL	SELECCIÓN				
CUERPO 0.19 [PULG.]	CUERPO 0.19 [PULG.]				
CABEZA ELIP. 2:1 0.19 [PULG.]					
CABEZAF&D ASME 0.19 [PULG.]	CABEZA TIPO CONICA 0.19 [PULG.]				
CABEZA HEMISFERICA 0.19 [PULG.]					
CABEZA CONICA 0.19 [PULG.]					
AREA	SELECCIÓN				
CUERPO 42.25 [PIES 2]	CUERPO 42.25 [PIE 2]				
CABEZA ELIP. 2:1 1.90 [PIES 2]					
CABEZAF&D ASME 1.60 [PIES 2]	CABEZA TIPO CONICA 1.58 [PIE 2]				
CABEZA HEMISFERICA 2.74 [PIES 2]					
CABEZA CONICA 1.58 [PIES 2]					
TAPA PLANA 1.40 [PIES 2]					
PESO	SELECCIÓN				
CUERPO 323.1 [Lbs]	CUERPO 323.1 [Lbs]				
CABEZA ELIP. 2:1 14.57 [Lbs]					
CABEZAF&D ASME 12.27 [Lbs]	CABEZA TIPO CONICA 12.12 [Lbs]				
CABEZA HEMISFERICA 20.98 [Lbs]					
CABEZA CONICA 12.12 [Lbs]					
TAPA PLANA 0.00 [Lbs]					
VOLUMEN	SELECCIÓN				
CUERPO 13.97 [PIES 3]	CUERPO 13.97 [PIES 3]				
CABEZA ELIP. 2:1 0.29 [PIES 3]					
CABEZAF&D ASME 0.18 [PIES 3]	CABEZA TIPO CONICA 0.18 [PIES 3]				
CABEZA HEMISFERICA 0.60 [PIES 3]					
CABEZA CONICA 0.18 [PIES 3]					
PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE TRABAJO	SELECCIÓN				
CUERPO 135.13 [PSIG]	CUERPO 135.13 [PIES 3]				
CABEZA ELIP. 2:1 135.65 [PSIG]					
CABEZAF&D ASME 77.27 [PSIG]	CABEZA TIPO CONICA 117.10 [PIES 3]				
CABEZA HEMISFERICA 271.10 [PSIG]					
CABEZA CONICA 117.10 [PSIG]					
PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA	SELECCIÓN				
(1.5 VECES LA PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE OPERACION)	VOLUMEN TOTAL 0.41 [M 3]				
	AREA TOTAL 4.22 [M 2]				
	PESO VACIO 439.15 [kg]				
	PESO LLENO DE AGUA 844.31 [kg]				
175.65 [PSIG]	PRES. MAX. PERM. DE OPERACION 117.10 [PSIG]				
DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 5 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E NIVELES DE OPERACIÓN DEL TANQUE	REVISOR: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003

SECUENCIA DE CALCULO

TAG	AV-104		
SERVICIO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SOSA CAUSTICA AL 50%		
CANTIDAD	UNO	[UNIDAD]	
Datos			
FLUJO DE OPERACIÓN	0.52	[L / MIN]	
FLUJO DE OPERACIÓN +10%	0.57	[L / MIN]	
CALCULOS			
VOLUMEN DEL CONO	0.176	[FT ³]	
	0.005	[M ³]	
$V_{CONO} = \left(\frac{\pi}{3} \right) r^2 h \dots\dots\dots (5)$			
V = VOLUMEN DEL CONO	0.005	[M ³]	
r = RADIO DEL CONO	0.20	[METROS]	
h = ALTURA DEL CONO	?		
$p/3 =$	1.047	[]	
DESPEJANDO h DE (5)			
h = ALTURA DEL CONO	0.12	[METROS]	
VELOCIDAD A LA SUCCIÓN CON DIAMETRO DE 2"	2.5	[FT / SEG]	
ALTURA DE SUMERGENCIA MINIMA	1.75	[FT]	
	0.53	[METROS]	
ALTURA DEL CONO	0.12	[METROS]	
DH=	0.22	[METROS]	
ALTURA PARA NIVEL DE OPERACIÓN	0.27	[METROS]	
NIVEL DE OPERACIÓN	0.81	[METROS]	
ALTURA TOTAL DEI CUERPO	1.429	[METROS]	



NOTAS

- 1.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LALL 0.05 [METROS]
- 2.- CONSIDERAMOS ALTURA DE ACTIVACIÓN DE ALARMA LAHH 0.1 [METROS]
- 3.- CONSIDERAMOS OPERACIÓN LIBRE PARA SPRYA BALL ALTURA DE SPREA Y NIVEL MAXIMO 0.1 [METROS]
- 4.- ESPACIO LIBRE CONSIDERADO PARA EL TANQUE 0.15 [METROS]

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISOR	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 4 DE 6
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
	DIMENSIONAMIENTO DE	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: LINEA DE SUMINISTRO DE SOSA	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-21 AV-04	REV. A

DATOS

LINEA No. 1/4"-LCS-202-57-CS-80-PP
SERVICIO: LINEA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
AREA: CONDENSADOR IC-107
DIAGRAMA DE FLUJO: DFP-ERA-2003-1

CONDICIONES

FLUIDO AGUA DE EN ENFRIAMIENTO

GASTO DE OPERACIÓN	0.12 GPM	0.03 (m ³ /h)	FACTOR DE	
GASTO DE DISEÑO	0.14 GPM	0.03 (m ³ /h)	DISEÑO	1.10
GARAVEDAD ESPECÍFICA	1.5282			
VISCOSIDAD DE DISEÑO	85.0 CP			
PRESIÓN DE VAPOR	18.4 PSIA	1.30 (kg/cm ² abs)		
TEMPERATURA NORMAL:	68 °F	20 °C		

MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GRADO B S COSTURA CEDULA 80
POR RESITENCIA ELECTRICA (EWR).

VELOCIDAD RECOMENDABLE 4 FT / SEG DP /100 1 PSI
1.22 M / SEG

SECUENCIA DE CÁLCULO

LONGITUD DE TUBERÍA RECTA 32.81 FT
10.00 M

LONGITUD EQUIVALENTE

ACCESORIO	CANTIDAD	L/D	L/D TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	0	17	0
VÁLVULA DE BOLA	1	18	18
VÁLVULA CHECK	0	135	0
VÁLVULA DE MARIPOSA	1	40	40
CODO 90°	6	30	180
CODO 45°	0	16	0
TEE RUN	0	20	0
TE BRANCH	0	60	0
ENTRADA / SALIDAS	3	52	156
REDUCCIÓN	1	30	30
		L/D TOTAL=	424

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO INTERIOR (in)	VELOCIDAD ft /seg	NUMERO REYNOLDS Re	FACTOR FRICCIÓN f	CAIDA DE PRESIÓN DP / 100 psi	LONGITUD TOTAL ft	D P TUBERÍA psi	D P EQUIPO psi	D P TOTAL psi
1/4	0.12	3.88	6.47E+01	0.99	1528.19	37.05	566.17	0	566.17
3/8	0.245	0.93	3.17E+01	2.02	87.95	41.47	36.47	0	36.47
1/2	0.37	0.41	2.10E+01	3.05	16.91	45.88	7.76	0	7.76
3/4	0.62	0.15	1.25E+01	5.11	2.14	54.72	1.17	0	1.17
1	0.87	0.07	8.93E+00	7.17	0.55	63.55	0.35	0	0.35
1 1/2	1.37	0.03	5.67E+00	11.29	0.09	81.22	0.07	0	0.07
2	1.87	0.02	4.15E+00	15.41	0.03	98.88	0.03	0	0.03
2 1/2	2.37	0.01	3.28E+00	19.53	0.01	116.55	0.01	0	0.01
3	2.87	0.01	2.71E+00	23.65	0.00	134.22	0.01	0	0.01
4	3.87	0.00	2.01E+00	31.90	0.00	169.55	0.00	0	0.00
6	5.87	0.00	1.32E+00	48.38	0.00	240.22	0.00	0	1.00

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: <u>UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP</u>	HOJA: 1 DE 5
	PROYECTO: <u>PLANTA DE SULFATO DE SODIO</u>	ELABORO <u>JHL</u> FECHA:
		REVISO: <u>ADP</u> FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: <u>ERA-2003</u>
	No. CALCULO: <u>MEM-21 AV-04</u>	<u>REV. A</u>

**MEMORIA DE CALCULO
TANQUE DE ALMACENAMIENTO
AV-104**

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 5
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	CALCULO: JHL FECHA:
	TITULO: C A L C U L O D E RECIPIENTES A PRESION VERTICALES	REVISO: ADP FECHA:
		No. PROYECTO: ERA-2003
		No. CALCULO: MEM-21 AV-04 REV. A

SECUENCIA DE CALCULO

TAG	AV-104
SERVICIO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SOSA CAUSTICA AL 50%
CANTIDAD	UNO [UNIDAD]
Datos	
FLUJO DE OPERACIÓN	0.52 [L / MIN]
FLUJO DE OPERACIÓN +10%	0.57 [L / MIN]
VOLUMEN DE OPERACIÓN	0.09 [METROS 3]
FLUJO DE DESCARGA DE BOMBA NORMAL	20 [GPM]
TIEMPO DE RESIDENCIA	180 [MINUTOS]

CALCULOS	
VOLUMEN	103 [LITROS]
VOLUMEN	0.10275 [M 3]

DIMENSIONES

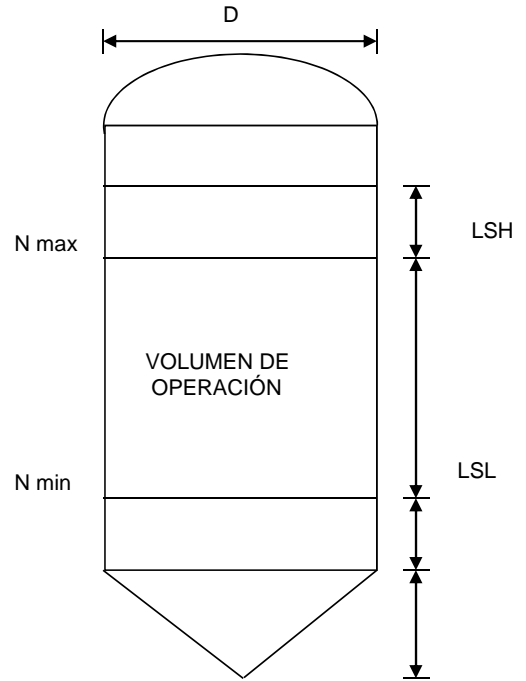
$$\frac{L}{D} = 2 \dots\dots\dots(1)$$

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right) D^2 \dots\dots\dots(2)$$

$$V = A * L \dots\dots\dots(3)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{2 * \left(\frac{\pi}{4}\right)}} \dots\dots\dots(4)$$

L=	2	D
D=	0.40	[METROS]
L=	0.81	[METROS]



DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADP	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 1 DE 6
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
		REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: PORTADA	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-12 IC-104	REV. A

**MEMORIA DE CALCULO
 TORRE LAVADORA DE
 GASES DE COMBUSTIÓN
 DA-101**

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	2 DE 6
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO C A L C U L O D E	ELABORO	JHL FECHA:
			REVISO:	ADP FECHA:
	TITULO:	TORRE LAVADORA DE GASES DE COMBUSTIÓN	No. PROYECTO:	ERA-2003
No. CALCULO:			MEM-23 DA-101	REV. A

DATOS

TAG: DA-101
 SERVICIO: LAVADO DE GASES DE COMBUSTIÓN
 AREA: LAVADO DE GASES DE COMBUSTIÓN
 DIAGRAMA DE FLUJO: DFP

DETRMINACIÓN DEL FLUJO DEL LÍQUIDO

FLUJO DE GAS ENTRANTE	1.06 m3/min
TEMPERATURA DE ENTRADA	25 °C
PRESIÓN DE ENTRADA	1 ATM
PESO MOLECULAR DEL H2O	18
PESO MOLECULAR DELSO2	64
FLUJO MASICO EN VOLUMEN	45 %
RENDIMIENTO	70 %

SEGÚN LA CURVA DE EQUILIBRIO AGUA-SO2-AIRE PRESENTA LA SIGUIENTE SOLUBILIDAD
 SOLUBILIDAD DEL SO2 EN AGUA 20 Y 30°C

CA=Pesos de SO2 por 100 Pesos de H2O	Presión parcial deSO2 A	
	20 mmHg	30mmHg
10	698	
7.5	517	688
5	336	452
2.5	161	216
1.5	92	125
1	59	79
0.7	39	52
0.5	26	36
0.3	14.1	19.7
0.2	8.5	11.8
0.15	5.8	8.1
0.1	3.2	4.7
0.05	1.2	1.7
0.02	0.5	0.6

REALIZANDO INTERPOLACIONES PARA UN SSITEMA EN PARTIACULAR COMO EN EL CASO DE 25°C
 LAS COORDENADAS PARA y^*_e , SE ENCUENTRAN DIVIDIENDO ENTRE 760(PRESIÓN TOTAL)

$$y^*_e = pA/pt = pA/760$$

MIENTRAS QUE LAS COORDENADAS x^*_e SE CALCULAN CON LA SIGUEINTE RELACÓN

$$x^*_e = (c'_A/64) / (c'_A/64 + 100 / 18)$$

DONDE c'_A = MOLES DE SO2

x = MOLES DE A / MOLES TOTALES

x = MOLES DE SO2 / MOLES (SO2+H2O)

X = MOLES DE A / MOLES DE DISOLVENTE

$$X = x / (1-x)$$

y = MOLES DE A / MOLES TOTALES DE GAS

y = MOLES DE SO2 / MOLES TOTALES DE AIRE

Y = MOLES DE A / MOLES DE GAS SECO

$$Y = y / (1-y)$$

SOLUBILIDAD DEL SO2 EN AGUA A 25°C Y 1 ATM DE PRESIÓN

c'_A	p_A mmHg	$x(10^{-4})$	$X(10^{-4})$	$y(10^{-3})$	$Y(10^{-3})$
7.5	602.50	206.60	210.90	792.80	3825.40
5	394.00	138.70	140.60	518.40	1076.50
2.5	188.50	69.80	70.30	248.02	329.83
1.5	108.50	42.00	42.20	142.80	166.50
1	69.00	28.00	28.10	90.79	99.86
0.7	45.50	19.65	19.69	59.87	63.68
0.5	31.00	14.04	14.06	40.79	42.52
0.3	12.05	8.43	8.44	15.86	16.11
0.2	7.10	5.62	5.63	9.34	9.43
0.15	4.80	4.22	4.22	6.32	6.36
0.1	3.95	2.81	2.81	5.20	5.22
0.05	1.45	1.41	1.41	1.91	1.91
0.02	0.55	0.56	0.56	0.72	7.24

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 6
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: TORRE LAVADORA DE GASES DE COMBUSTIÓN	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-23 DA-101	REV. A

TOMANDO COMO BASE 1 MIN
SE DEFINE L, Ls, G, Gs EN KMOL/MIN
COMO REFERENCIA SE TOMAN LOS SUBINDICES 1 PARA EL FONDO
DE LA TORRE Y 2 PARA EL DOMO DE LA MISMA

$G=0,71 \times (273/298) \times (1/22,41)=$ 0.043 Kmol
 $y_1=$ 4.5000E-04
 $Y_1=$ 4.5020E-04
 $G_s=$ 0.0433 Kmol

PARA LA ABSORCIÓN DEL 70% DEL SO2
 $Y_2=$ 1.3506E-04 Kmol SO2 / Kmol GAS SECO
 $y_2=$ 1.3508E-04 Kmol
 $x_2=$ 0.00
 $X_2=$ 0.00

TRAZANDO LAS LÍNEAS DE EQUILIBRIO Y OPERACIÓN SE OBTIENEN
 $Y_1=$ 4.5020E-04
 $X_1^*=$ 3.5000E-05

LA LÍNEA A / B TIENE PENDIENTE Ls/Gs
 CALCULANDO LA PENDIENTE m= 12.87
 LA LÍNEA DE EQUILIBRIO QUEDA REPRESENTADO POR
 $y^*=$ 12,87 x

PARA EL BALANCE DE MASA
 $L_s(X_1 - X_2) = G(Y_1 - Y_2)$
 SI $X_2=0$ ENTONCES QUEDA
 $L_s/G_s = (Y_1 - Y_2) / X_1$
 $L_s=$ 0.3900 KMOL DE AGUA / MIN

PARA $L_s=$ 1,5 VECES EL MINIMO
 $L_s=$ 0.5850 KMOL DE AGUA / MIN

Y LA CONCENTRACIÓN DE SO2 EN EL AGUA DE SALIDA
 $X_1= (G_s / L_s) * (Y_1 - Y_2)$
 $X_1=$ 2.3333E-05

CON $Y_1=4,5 \times 10^{-4}$, $X_1=2,33 \times 10^{-5}$ SE TIENE OTRO PUNTO DE LA GRAFICA
 LA CUAL TIENE PENDIENTE IGUAL A Ls/Gs
 PARA LO CUAL ENCONTRAMOS QUE PARA 1,5 VECES ELL MÍNIMO, EL FLUJO DE RECIRCULACIÓN DEL AGUA ES DE 0,392
 $L_s=$ 0.5850 KMOL
 10.5291 KG / MIN
 0.17549 KG / SEG

DETRMINACIÓN DEL DIÁMETRO DE LA TORRE

DATOS			
FLUJO DEL GAS(SO2)=V=	1.06	M3 / MIN	0.01766667 M3 / SEG
FLUJO MOLAR DEL GAS(SO2)=G=	0.043	KMOL/MIN	0.00072188 KMOL/SEG
FLUJO MASICO DEL GAS(SO2)=G'	0.870	KG/MIN	0.0145 KG/SEG
TEMPERATURA DE ENTRADA GAS=	25	°C	
PRESIÓN DE ENTRADA DEL GAS=	1	ATM	
DENSIDAD DEL GAS=	1.246412945	KG/M3	0.07781356 LB / FT3
FLUJO DEL LIQUIDO(H2O) =	0.5850	KMOL	10.5291 KG / MIN
DENSIDAD DEL AGUA @ 25°C=	997.0450	KG / M3	62.1130 LB / FT3
VISCOSIDAD DELA AGUA @ 25°C=	0.8490	CP	
PESO MOELCULAR DEL AGUA	64.00		
PARA OBTENER UN RENDIMIENTO DE ABSORCIÓN DEL 70%			
SO2 ELIMINADO=	1.3222E-03	KG / MIN	2.2037E-05 KG / SEG
FLUJO DEL LÍQUIDO A LA SALIDA=L'=	10.5304	KG / MIN	

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA: 2 DE 6
	PROYECTO: PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO: JHL FECHA:
	C A L C U L O D E	REVISO: ADP FECHA:
	TITULO: TORRE LAVADORA DE GASES DE COMBUSTIÓN	No. PROYECTO: ERA-2003
	No. CALCULO: MEM-23 DA-101	REV. A

DETERMINACION DEL NÚMERO DE UNIDADES DE TRANSFERENCIA

$$N_{OG} = \int_{y_2}^{y_1} \frac{dy}{y - y^*}$$

$y_1 = 4.5000E-04$ $x_1 = 2.3300E-05$ $y_1^* = mx_1 = 2.9978E-04$ $x_1^* = 3.5E-05$
 $y_2 = 1.3500E-04$ $x_2 = 0.0000E+00$ $y_2^* = mx_2 = 0$ $x_2^* = 1.0493E-05$

CALCULO DEL $N_{OG} =$

SE DETERMINA CON EL ÁREA BAJO LA CURVA DE y vs $(1/y-y^*)$

SE DETERMINARA USANDO EL METODO DE INTEGRACION NUMERICA DEL TRAPEZOIDE

$$\int_a^b f(y)dy = \frac{h}{2} \left[f(a) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} f(y_i) + f(b) \right]$$

DONDE

$h = (b-a)$
 $a = 1.3500E-04$ $b = 4.5000E-04$ $n = 7$ $h = 4.50E-05$
 $f(a) = 7407.4704$ $f(y) = 42112.263$ $f(b) = 66660.263$

COORDENADAS DE INTEGRACIÓN GRÁFICA DE NOG

INTERVALO	$x(10^{-5})$	$y(10^{-4})$	$y^*(10^{-4})$	$1/(y-y^*)$
0	$x_2=0$	$y_2=1,35$	$y_2=0$	7470.407
1	0.333	1.8	0.4280	7290.571
2	0.666	2.25	0.8750	7177.364
3	0.999	2.7	1.2850	7067.618
4	1.331	3.15	1.7130	6961.178
5	1.664	3.6	2.1420	6857.897
6	1.997	4.05	2.5700	6757.635
7	2.33	4.5	3.0000	6660.263

$$\int_{1.35E-04}^{4.5E-04} \frac{dy}{(y - y^*)} = \left(\frac{4.5 \times 10^{-05}}{2} \right) * [7407.4074 + (2 * 42112.263) + 6660.263]$$

$h = 4.5000E-05$
 $h/2 = 2.2500E-05$
 158292.2594
 POR LO TANTO $N_{OG} = 3.56$

ADEMÁS LA ALTURA TOTAL DE EMPAQUE ES

$Z = \frac{N * HTU}{N_{OG}} = \frac{3.56}{3.56} = 1.1078$
 $Z = 4.67$ FT
 $Z = 1.42$ M

CÁLCULO DE % ESTIMADO DE INUNDACIÓN

$$(L/G)(r_G / r_L)^{1/2} = 0.43$$

DEL APENDICE K SE LEE EN LINEA DE INUNDACIÓN

FACTOR DE LECTURA 0.052
 $\%IN = 64.4 \%$

DETERMINACION DEL DP

CON LAS ORDENADAS

$$(L/G)(r_G / r_L)^{1/2} = 0.43$$

$$G^2 F_p Y_m 0,2 / r_{H20} / r_L = 0.017$$

DP = 0.4 420 / FT DE EMPAQUE

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	2	DE	6
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO:	JHL	FECHA:	
		C A L C U L O D E	REVISO:	ADP	FECHA:	
	TITULO:	TORRE LAVADORA DE GASES DE COMBUSTIÓN	No. PROYECTO:	ERA-2003		
			No. CALCULO:	MEM-23 DA-101	REV. A	

ASUMIMOS QUE D.I.= 0.15 CM 6 PULG
 AREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL= $\rho D^2 / 4$
 ÁREA SECCIÓN TRANSEVERSAL = 0.0176715 M2
 POR LO TANTO G= 0.821 KG/ M²S 0.168 LB/FT²S 605.7382673 LB/FT²Hr
 L= 9.930 KG/ M²S 2.036 LB/FT²S 7330.898331 LB/FT²Hr
 DEL APENDICE K DEL MANUAL DEL ING. QUÍMICO 1995 CALCULAMOS LAS ABCISAS
 $(L/G)(r_G / r_L)^{1/2} = 0.428$

PARA EL CÁLCULO DE LA ORDENADA
 PARA LOS ANILLOS PAUL, 16 MM (5/8 PLG): VER APENDICE L (TABLA 18-5, BIBLIOTECA DEL ING. QUÍMICOS 1986)
 FP= 97
 $Y = r_{H2O} / r_L = 1$
 $g_c = 32.2$
 $m^{0.2} = 0.978$
 $r_G = 0.08$
 $r_L = 62.11$
 $G^2 F_p Y m_{0.2} / r_{H2O} / r_L = 0.01726$

CON ESTAS ORDENADAS EN EL APENDICE K CAE MUY CERCA DE LA LINEA QUE REPRESENTA UNA CAÍDA DE PRESIÓN APROXIMADA
 $(L/G)(r_G / r_L)^{1/2} = 0.428$
 $G^2 F_p Y m_{0.2} / r_{H2O} / r_L = 0.017$
 DP = 0.4 PULG H2O / FT

ESTA CAÍDA DE PRESIÓN ES RECOMENDABEL PARA OPERACIONES DE ABSORCIÓN
 R LO TANTO EL DIAMETRO ES ACEPTABLE
 DI= 15 CM 6 PULG

CALCULO DE LA ALTURA DE UNIDAD DE TRANSFERENCIA, HTU, ASÍ COMO EL NÚMERO DE UNIDAD DE TRANSFERENCIA

$Z = N \cdot HTU$
 CHEM. ENG. PROG. 45,325 (1949) WHITNEY VIVIAN
 SISTEMA= SO2, AGUA
 ANILLOS RASHING CERAMICOS
 DIAMETRO 25 MM 1 PULG
 $k_L a = 0.048 L^{0.82}$
 $k_G a = 0.028 G^{0.7} L^{0.25}$

DONDE G Y L SPN FLUJOS PROMEDIO DE GAS Y LÍQUIDO, EN LB / HR FT²
 EN EL SISTEMA SO2-H2O LA RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN SE ENCUENTRAN EN LAS DOS CAPAS DE FLUIDOS EN CONTACT EN LA INTERFASE GAS-LIQUIDO
 ESTAS RESISTENCIAS SON ADITIVAS BAJO CIERTAS CONDICIONES, PARA DAR LUGAR A UNA RESISTENCIA GLOBAL (O A SU RECIPROCO, UN COEFICIENTE GLOBAL LA CUAL SE UTILIZA PARA PROPÓSITOS DE DISEÑO. LA SUMA DE ESTAS RESISTENCIAS ES LA SIGUIENTE:

$1/K_L a = 1/k_L a + H' / k_G a$ $1/K_G a =$
 DONDE KLA ES EL COEFICIENTE GLOBAL DE ABSORCIÓN EN LA FASE LÍQUIDA
 $K_L a = [LB MOL / (HR FT^3) (LB MOL FT^3)]$
 $k_L a =$ COEFICIENTES DE ABCÓN PARA PARA EL LÍQUIDO
 $k_G a =$ COEFICIENTES DE ABCÓN PARA PARA EL GAS
 $H' =$ ES LA CONSTANTE MODIFICADA DE LA LEY DE HENRY
 $H' = 0.094$ A 25°C

POR LO TANTO
 $1/K_L a = 1/0.048 L^{0.82} + H' / 0.028 G^{0.7} L^{0.25}$

Y SI LA RELACION ENTRE EL COEFICIENTE Y EL COEFICIENTE GLOBAL DE ABSORCION KLa Y LA ALTURA DE LA UNIDAD DE TRANSFERENCIA ,
 HTU_L O HO_L QUEDA DEFINIDA POR LA SIGUIENTE RELACION

$H_{OL} = L / K_L a r_L = L / k_L a r_L + LH' / K_G a$
 $H_{OL} = L / 0.48 L^{0.82} r_L + LH' / 0.028 G^{0.7} L^{0.25} r_L$
 $H_{OL} = L^{0.18} / 0.48 r_L + L^{0.75} H' / 0.028 G^{0.7} L^{0.25} r_L$

POR LO TANTO
 $H_{OL} = 0.335 L^{0.18} + 0.054 L^{0.75} H' / G^{0.7}$
 SUSTITUYENDO VALORES

$H_{OL} = 1.107$
 $H_L = 0.1872 \cdot L^{0.18}$
 $H_G = 0.242 G^{0.3} / L^{0.25}$
 $H_G = 0.1787$
 $H_L = 0.9290$
 $H_{OG} = 1.1078$ FT

DESCRIPCION	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	ADP	JURADO	A	

UNAM Facultad de Química	CLIENTE:	UNAM-FACULTAD DE QUIMICA-MIAP	HOJA:	2	DE	6
	PROYECTO:	PLANTA DE SULFATO DE SODIO	ELABORO	JHL	FECHA:	00-ene-00
			REVISO:	JRLR	FECHA:	00-ene-00
	TITULO:	C A L C U L O D E	No. PROYECTO: ERA-2003			
No. CALCULO: MEM-23 DA-101			REV. A			

...CULA CON LA SIGUIENTE EXPRESIÓN

$$DP/Z = 1,45E^{-10} \cdot 10C_D G^2 / r_G$$

$C_D = 207$ VER APENDICE P(TREYBAL P221,1993)

$r_G = 0.078$

$G' =$

SO2 ABSORBIDO= 1.32.E-03 KG / MIN 2.07.E-05 KMOL / MIN

4.49 KG / M² HR 0.92 LB / FT² HR

SO₂ ABSORBIDO= 6.0390E+02

DP/Z = 0.14

DP EMPAQUE HUMEDO = 0.40

DPTOTAL= 0.54

Z= 4.67

DP TOTAL= 2.52 PULG DE H2O

DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO	REV	FECHA
	JHL	JRLR	JRLR	A	00-ene-00

6.11 Servicios Auxiliares.

Se definen como servicios auxiliares todos aquellos elementos que, sin intervenir directamente en el proceso, son esenciales para mantener en operación la planta. Los servicios auxiliares más comunes en la industria son:

- Energía eléctrica
- Combustibles gaseosos
- Agua para servicios generales
- Agua tratada a calderas
- Agua del sistema contra incendios
- Agua para usos sanitario
- Vapor de calentamiento
- Aire de instrumentos
- Aire de proceso

El suministro de estos servicios, equipos e instalaciones deberán ser considerados en cada punto de la planta, según los requerimientos de operación, limpieza y mantenimiento. Así mismo un punto importante a considerar en la ubicación de cualquier planta es la disponibilidad de los servicios y los costos asociados a su generación, transmisión y disponibilidad. En algunos casos y dependiendo de un análisis de costos, confiabilidad y disponibilidad de estos servicios, es posible seleccionar equipos que puedan generar dentro de las mismas instalaciones los servicios requeridos. Como complemento del documento, se elabora el diagrama de balance de servicios, con el fin de proporcionar la información suficiente para diseñar la red de suministro de servicios a cada uno de los equipos que integran la planta.

En el presente trabajo se desarrolló el diagrama de flujo DFP-ERA-2003-1/2 y la tabla de balance de materia y energía, los cuales contienen la información de los servicios requeridos por la planta, asimismo se establece la información requerida para los servicios auxiliares del presente trabajo:

a) Energía eléctrica

Suministro de voltaje: 23,000.00 Volts
 Rango de transformación de la subestación: 23,000.00 Volts
 Frecuencia: 60 Hz.

Equipos	Voltaje	Fase	Potencia
48	440	3	524.3
3	127	1	1.25

b) Combustible líquido

Condiciones de suministro de combustible líquido:

Presión 199 PSIG (14 kg/cm² man)
 Temperatura: 250 ° F(121°C)
 Viscosidad: 40 cp
 Poder calorífico 10,220 kcal / kg

Equipos	Descripción	Consumo(m ³ /h)
EC-101	Incinerador rotatorio	0.06
	Caldera de vapor	0.02
	Total	0.08

c) Combustible gaseoso

Condiciones de suministro de combustible gaseoso:

Presión: 100 psig (7 kg/ cm²) man

Temperatura: 77°F (25°C)

Equipos	Descripción	Consumo (m ³ /h)
EC-101	Incinerador rotatorio	0.17
	Caldera de vapor	0.17
	Enfermería y baños	0.10
	Total	0.37

d) Agua de servicios generales

Condiciones de suministro:

Presión: 39.82536 psig (2.8 kg/cm²)

Temperatura: 77°F (25°C)

Tipo: Cruda

Equipos	Descripción	Consumo (m ³ /h)
CF-101	Centrífuga	13.36
	Agua a baños, oficinas y estaciones de servicio	0.62
	Total	13.98

e) Agua tratada a calderas:

Condiciones de suministro:

Presión: 56.8 psig (4.0 kg/cm²) man

Temperatura: 64.4 °F (18°C)

Equipos	Descripción	Consumo (m ³ /h)
	Suavizador	0.63
	Total	0.63

f) Agua del sistema contra incendio

Presión: 142 psig (10 kg/cm²) man

Temperatura: 64.4 °F 18°C

Descripción	Consumo (m ³ /h)
Suavizador	45.57
Total	45.57

g) Vapor de calentamiento:

Condiciones de suministro

Presión: 142 psig (10 kg/cm²)

Temperatura: 366.8 °F (186°C)

Equipos	Descripción	Consumo (m ³ /h)
EY-101	Eyector de suministro de vacío	0.48
EY-101	Eyector de suministro de vacío	0.48
IC-100	Intercambiador de calor (precalentador)	0.88
IC-101	Intercambiador de calor (evaporador)	0.88
IC-102	Intercambiador de calor (evaporador)	0.88
IC-103	Intercambiador de calor (evaporador)	0.88
IC-106	Intercambiador de calor (evaporador)	0.88

Equipos	Descripción	Consumo (m ³ /h)
	Total	5.36

g) Aire de instrumentos y proceso

Condiciones de suministro:

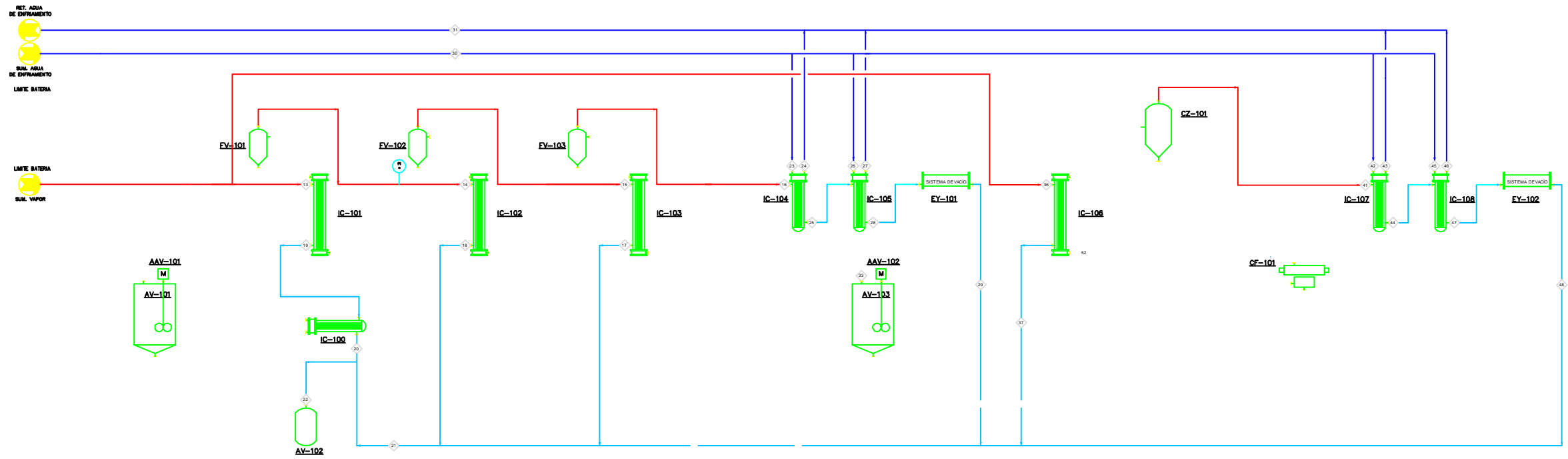
Presión:

99.4 PSIG (7 kg/ cm²)

Temperatura:

89.6°F (32°C)

Equipos	Descripción	Consumo (m ³ /h)
	Secadora de aire	1.5
	Aire de proceso	20.5
	Total	22.0



DESCRIPCIÓN	SUMINISTRO DE VAPOR A IC-101	SUMINISTRO DE VAPOR A IC-102	SUMINISTRO DE VAPOR A IC-103	SUMINISTRO DE VAPOR A IC-104	DESCARGA COND. DE IC-101	DESCARGA COND. DE IC-102	DESCARGA COND. DE IC-103	DESCARGA COND. DE IC-104	DESCARGA COND. A IC-105	LINEA DE COND.	SALIDA AGUA ENTRA. IC-101	SALIDA AGUA ENTRA. IC-102	DESCARGA COND. DE IC-105	SALIDA AGUA ENTRA. IC-105	SALIDA AGUA ENTRA. IC-106	DESCARGA COND. DE IC-106	DESCARGA COND. DE EY-101	SUMINISTRO AGUA ENFRAMENTO	RETORNO AGUA ENFRAMENTO	DESCARGA COND. DE EY-101	SUMINISTRO VAPOR A IC-106	DESCARGA COND. DE IC-106	SALIDA VAPOR DEL EY-101	SALIDA AGUA ENTRA. IC-107	SALIDA AGUA ENTRA. IC-108	SALIDA DE COND. IC-107	SALIDA AGUA ENTRA. IC-108	SALIDA DE COND. IC-108	SALIDA DE COND. EY-102	SALIDA DE COND. IC-101	SALIDA DE COND. IC-102		
CORRIENTE	<13>	<14>	<15>	<16>	<17>	<18>	<19>	<20>	<21>	<22>	<23>	<24>	<25>	<26>	<27>	<28>	<29>	<30>	<31>	<32>	<36>	<37>	<41>	<42>	<43>	<44>	<45>	<46>	<47>	<48>	<52>	<53>	
FLUJO NORMAL MAS.(lb/h)	730	602	602	602	602	602	730	730	14,768.85	15,498.36	1,286.45	1,286.45	602	1,286.45	1,286.45	602	602	27,346	27,346	10,112	7,021	7,021	5,942	12,386	12,386	5,942	12,386	12,386	5,942	5,942	58,388	4,172	
FLUJO DISEÑO MAS. (lb/h)	802	662	662	662	662	662	802	802	16,242.73	17,048.20	1,415.10	1,415.10	662	1,415.10	1,415.10	662	662	30,081	30,081	11,123	7,723	7,723	6,536	13,625	13,625	6,536	13,625	13,625	6,536	64,227	4,589		
FLUJO NORMAL VOL. (gpm)	347	7711	9509	11923	1,22	1,23	1,63	1,50	1,50	32.77	2.58	2.58	1.21	2.58	2.58	1.23	1.23	56.09	56.09	16	3,342	3,342	2,825	25.47	25.47	11.95	25.47	25.47	11.95	11.95	94.80	6.77	
FLUJO DISEÑO VOL. (gpm)	382	8482	10460	13116	1.34	1.35	1.79	1.65	1.65	34.24	2.84	2.84	1.33	2.84	2.84	1.32	1.32	61.70	61.70	18	3,676	3,676	3,108	28.01	28.01	13.15	28.01	28.01	13.15	13.15	104.28	7.45	
FASE	GAS	GAS	GAS	GAS	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	GAS	GAS	GAS	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	
H ₂ O % w/w	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	60	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	48	48
PRESIÓN NORMAL / MÁX. (PSIG)	71/ 73	3.5/ 3.7	2.8/ 3.0	2.2/2.4	2.8/3.0	3.5/3.7	71/73	71/73	112/114	183/185	44/46	44/46	34/36	44/46	44/46	34/36	34/36	34/36	102/104	24/26	71/73	71/73	7/9	24/26	14/16	1.13/1.16	24/26	1.13/1.16	1.13/1.16	43/45	19/21	19/21	
TEMP. NORMAL / MÁX. (F)	340/342	149/152	140/142	130/132	140/142	149/152	340/342	193/195	153/155	193/195	86/88	100/102	100/102	86/88	100/102	70/72	70/72	70/72	100/102	133/135	340/342	176/178	176/178	86/88	100/102	130/132	86/88	86/88	70/72	70/72	176/178	176/178	
SG	0.0042	0.0002	0.0001	0.0001	0.9808	0.9808	0.8963	0.8963	0.97	0.9340	0.9958	0.9958	0.9927	1.00	1.00	0.9981	1.00	1.00	0.9958	1.22	0.0042	0.8963	0.0042	0.97	0.97	0.99	0.97	0.99	0.99	1.23	1.23		
VISCOSIDAD (cp)	0.15	0.15	0.15	0.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.15	1.00	1.00	0.15	1.00	1.00	1.00	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
VELOCIDAD (FT/SEG)	48.07	48.83	46.14	46.14	1.42	1.44	1.90	1.90	3.8	4.0	2.51	1.88	1.41	2.51	1.88	1.41	1.41	3.06	3.92	48.07	39.07	4.2	3.39	3.39	2.86	3.39	2.86	3.7	3.7	3.7			
Cp (BTU/lb)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
H (BTU/lb)	1189.9	1125.1	1125.1	1117.6	106.73	1009.6	310.6	161.26	120.92	161.26	53.245	69.73	69.73	53.25	69.73	36.99	36.99	53.24	69.73	100.84	1,189.9	1,189.9	1,136.9	53.24	53.24	97.57	53.24	53.24	97.57	144.83	144.83		

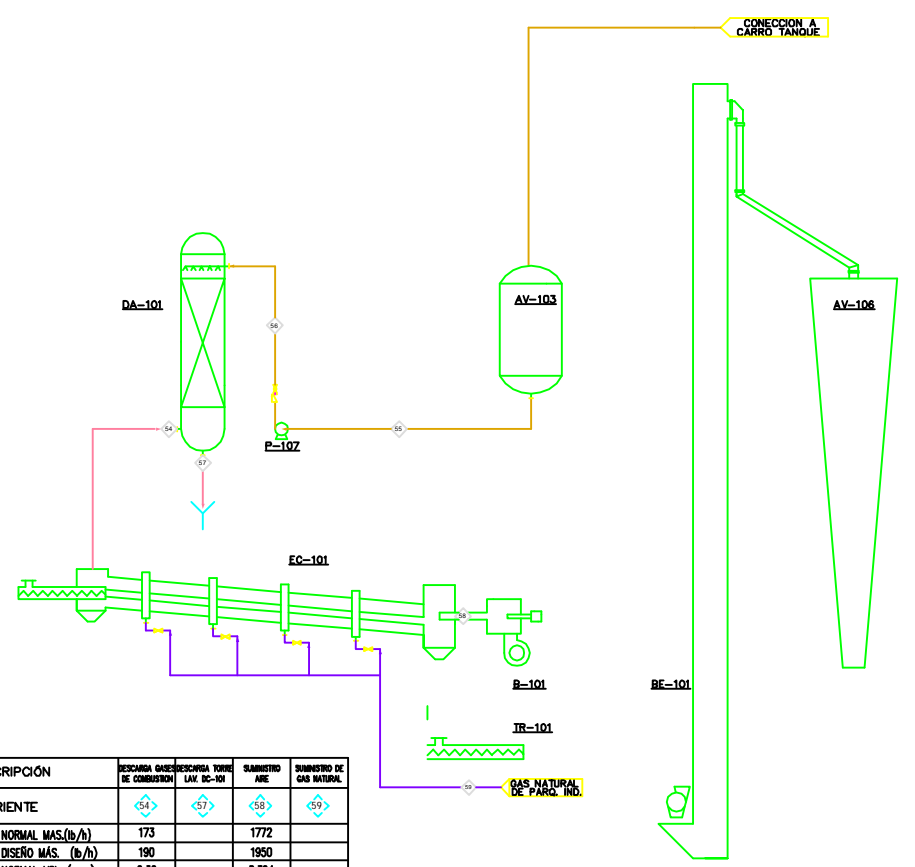
MAR/10	0001	A	MAR/10	PARA DISEÑO	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD
FECHA	NUMERO ENVIO	REV	FECHA	DESCRIPCION	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	OPROD	

COMPROBADO: POSGRADO DE INGENIERIA
 COORDINADOR TECNICO
 COORDINADOR ESPECIALIDAD

FACULTAD DE QUIMICA
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 PONTREIRO NUMERO 35
 C.P. 14350
 TLALPAM MEXICO D.F.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE QUIMICA
 MAESTRIA EN INGENIERIA Y
 ADMINISTRACION DE PROYECTOS
 ING. JESUS HERANDEZ LOPEZ
 DIBUJO ELABORADO EN: MEX. D.F. MAR/2010

PROY: TESIS
 RECUPERACION DE SULFATO DE SODIO
 DEL PROCESO DE PRODUCCION METIONINA
 DESCR: PLANO DE DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES
 ESC. 1-200
 ACT. N/A
 PROYECTO: ERA-2003-01
 PLANO No. DSA-ERA-2003-01
 HOJA 1/1
 REV. A



DESCRIPCIÓN	DESIGNACIÓN DE CORRIENTE	DESIGNACIÓN DE CORRIENTE	DESIGNACIÓN DE CORRIENTE	DESIGNACIÓN DE CORRIENTE
CORRIENTE	S4	S7	S6	S9
FLUJO NORMAL M.A.S. (b/h)	173		1772	
FLUJO DISEÑO M.A.S. (b/h)	190		1950	
FLUJO NORMAL VOL. (gpm)	0.39		0.394	
FLUJO DISEÑO VOL. (gpm)	0.42		0.433	
FASE	GAS		GAS	
H ₂ O % w/w	23		0.00	
NaOH % w/w	0		0.00	
CO ₂ % w/w	50		0.00	
SO ₂ % w/w	15		0.00	
N ₂ O ₅ % w/w	12		0.00	
Na ₂ SO ₃ % w/w	0.00		0.00	
NaNO ₂ % w/w	0.00		0.00	
AIRE	0.00		100	
GAS NATURAL	0.00		0.00	
PRESIÓN NORM. / MÁX. (PSIG)	101/103		125/127	
TEMP. NORM. / MÁX. (°F)	1112/1114		68/70	
SE	0.90		0.005	
VISCOSIDAD (cp)	0.80		0.017	
VELOCIDAD (FT/SEG)	30.36		30.42	
C _p (BTU/Lb)	1.00		85	
λ (BTU/Lb)	-		-	

FECHA	NÚMERO ENVÍO	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBADO PROCESO	APROBADO SUBSECTOR	APROBADO TUBERÍA	APROBADO CONEXIÓN
MAR/10	0001	A	MAR/10	PARA DISEÑO				

FECHA	NÚMERO ENVÍO	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBADO PROCESO	APROBADO SUBSECTOR	APROBADO TUBERÍA	APROBADO CONEXIÓN

COMPROBADO: POSGRADO DE INGENIERIA

COORDINADOR TÉCNICO

COORDINADOR ESPECIALIDAD

DIBUJO	REVISO	APROBADO	FECHA
J.H.L.	A.D.P.	JURADO	MAR/10

FACULTAD DE QUIMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PONTRERO NUMERO 35

C.P.14350 TLALPAM MEXICO D.F.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

MAESTRIA EN INGENIERIA Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

ING. JESÚS HERÁNDEZ LÓPEZ

DIBUJO ELABORADO EN: MEX. D.F. 30/2010

PROY:	DESCR:	ESC. 1:200	PROYECTO:	PLANO No.	HORA	REV.
TESIS	RECUPERACIÓN DE SULFATO DE SODIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN METIONINA		ERA-2003-01	DSA-ERA-2003-02	1/1	A

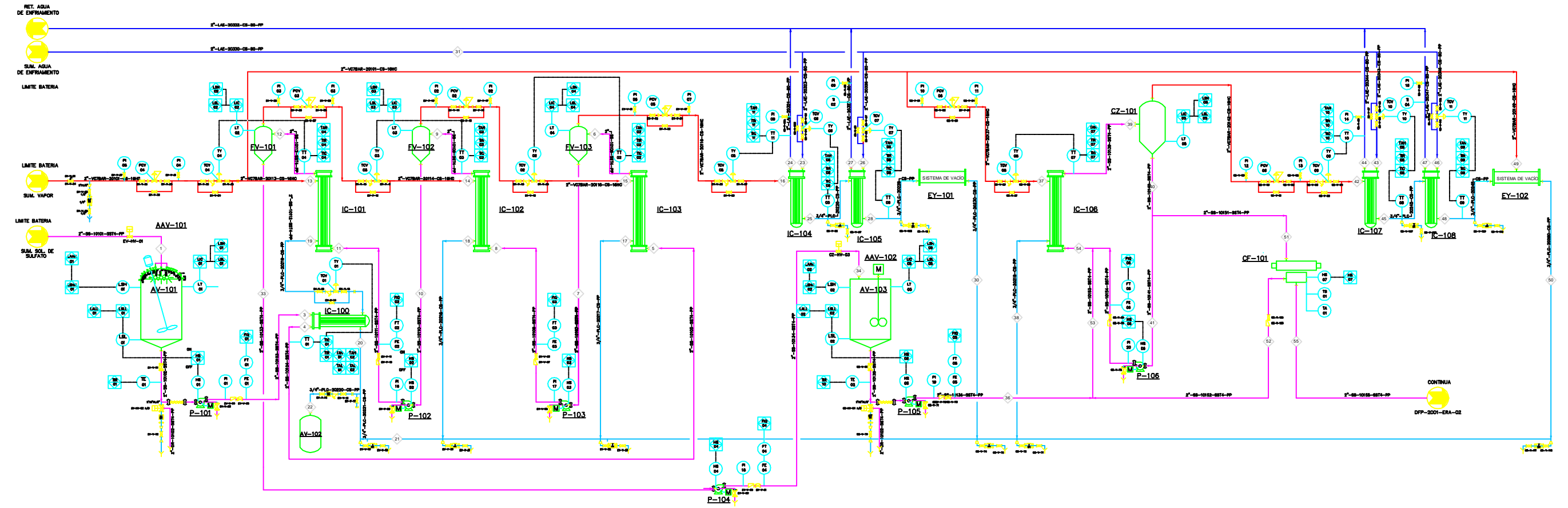
6.12 Diagramas de tubería e instrumentación

Los diagramas de tubería e instrumentación son originados después de haber realizado los diagramas de flujo de proceso con sus respectivos balances y hojas de datos de proceso. Básicamente los DTI muestran todos los equipos involucrados en la planta, las líneas de tubería, instrumentación y una breve descripción de cada equipo importante. Al igual que sucede con el plano de arreglo de equipo (*Plot plan Anexo VI*), la lista de equipos, etc., los DTI son complementados durante la ingeniería de detalle, conforme se generan mayores datos e información, tanto interna como que viene de los proveedores.

Los diagramas de tubería e instrumentación (DTI) son uno de los documentos en donde es fundamental establecer la división de responsabilidades entre el proveedor de la ingeniería básica y quien desarrolle la ingeniería de detalle.

Como se estableció anteriormente, el diagrama de flujo de proceso es una representación resumida de la planta, que contiene en forma simplificada la descripción de los equipos que la integran. Como consecuencia, los diagramas de tubería e instrumentación, presentan una descripción gráfica detallada de todos los equipos; esto incluye aquellas partidas de sistemas auxiliares de inyección de reactivos, de compresión de aire, de refrigeración, etc. En estos diagramas los equipos se dibujan con el máximo de detalles: las tuberías que interconectan los equipos, así como las de servicios auxiliares se representan prácticamente en su totalidad; los instrumentos necesarios como válvulas de control, reguladores de presión, instrumentos de nivel, instrumentos para el control de flujo, presión y temperatura, instrumentos con gobierno en el tablero principal de control de la planta, instrumentos de control local, manómetros, termómetros, válvulas de operación manual, sistemas de protección (válvulas de seguridad) aparecen todos ellos con todo detalle. Estos diagramas se ilustran en el anexo VI.

- AV-101**
SERVICIO: TANQUE DE ALIMENTACIÓN
OD: 1082 MM
L: 2850 MM
MATERIAL: SS 316 L
- P-101**
SERVICIO: BOMBA
CAPACIDAD: 20 GPM
DESCARGA: 3 BAR
RPM: 1750 rpm
HP: 1 (0.75 kW)
- FV-101**
SERVICIO: TANQUE FLASH
OD: 1218 MM
L: 2746 MM
MATERIAL: SS 316 L
- IC-101**
SERVICIO: EVAPORACIÓN
OD: 304 MM
L: 213 MM
MATERIAL: SS 316 L
- FV-102**
SERVICIO: TANQUE FLASH
OD: 1218 MM
L: 2746 MM
MATERIAL: SS 316 L
- FV-103**
SERVICIO: TANQUE FLASH
OD: 1218 MM
L: 2746 MM
MATERIAL: SS 316 L
- CZ-101**
SERVICIO: CRISTALIZACIÓN
OD: 1082 MM
L: 3000 MM
MATERIAL: SS 316 L
- AAV-101**
SERVICIO: AGITADOR
RPM: 1500 rpm
HP: 1.5 (3 kW)
MATERIAL: SS 316 L
- IC-100**
SERVICIO: PRECALENTAMIENTO
OD: 304 MM
L: 213 MM
MATERIAL: SS 316 L
- AV-102**
SERVICIO: ALMACENAMIENTO COND.
OD: 1082 MM
L: 3000 MM
MATERIAL: SS 316 L
- IC-102**
SERVICIO: EVAPORACIÓN
OD: 304 MM
L: 213 MM
MATERIAL: SS 316 L
- IC-103**
SERVICIO: EVAPORACIÓN
OD: 304 MM
L: 213 MM
MATERIAL: SS 316 L
- IC-104**
SERVICIO: CONDENSACIÓN
OD: 304 MM
L: 213 MM
MATERIAL: SS 316 L
- IC-105**
SERVICIO: CONDENSACIÓN
OD: 304 MM
L: 213 MM
MATERIAL: SS 316 L
- EY-101**
SERVICIO: VACÍO
OD: 304 MM
L: 213 MM
MATERIAL: SS 316 L
- IC-106**
SERVICIO: EVAPORACIÓN
OD: 304 MM
L: 213 MM
MATERIAL: SS 316 L
- IC-107**
SERVICIO: CONDENSACIÓN
OD: 304 MM
L: 2130MM
MATERIAL: SS 316 L
- IC-108**
SERVICIO: CONDENSACIÓN
OD: 304 MM
L: 213 MM
MATERIAL: SS 316 L
- EY-102**
SERVICIO: VACÍO
OD: 1082 MM
L: 3000 MM
MATERIAL: SS 316 L
- P-102**
SERVICIO: BOMBA DE SOLN.
CAPACIDAD: 20 GPM
DESCARGA: 3 BAR
RPM: 1750 rpm
HP: 1 (0.75 kW)
- P-103**
SERVICIO: BOMBA DE SOLN.
CAPACIDAD: 20 GPM
DESCARGA: 3 BAR
RPM: 1750 rpm
HP: 1 (0.75 kW)
- P-104**
SERVICIO: BOMBA DE SOLN.
CAPACIDAD: 20 GPM
DESCARGA: 3 BAR
RPM: 1750 rpm
HP: 1 (0.745 kW)
- AV-103**
SERVICIO: ALMACENAMIENTO
OD: 1082 MM
L: 3000 MM
MATERIAL: SS 316 L
- P-105**
SERVICIO: BOMBA DE SOLN.
CAPACIDAD: 20 GPM
DESCARGA: 3 BAR
RPM: 1750 rpm
HP: 1 (0.75 kW)
- P-106**
SERVICIO: RECIRCULACIÓN
CAPACIDAD: 20 GPM
DESCARGA: 3 BAR
RPM: 1750 rpm
HP: 1 (0.75 kW)

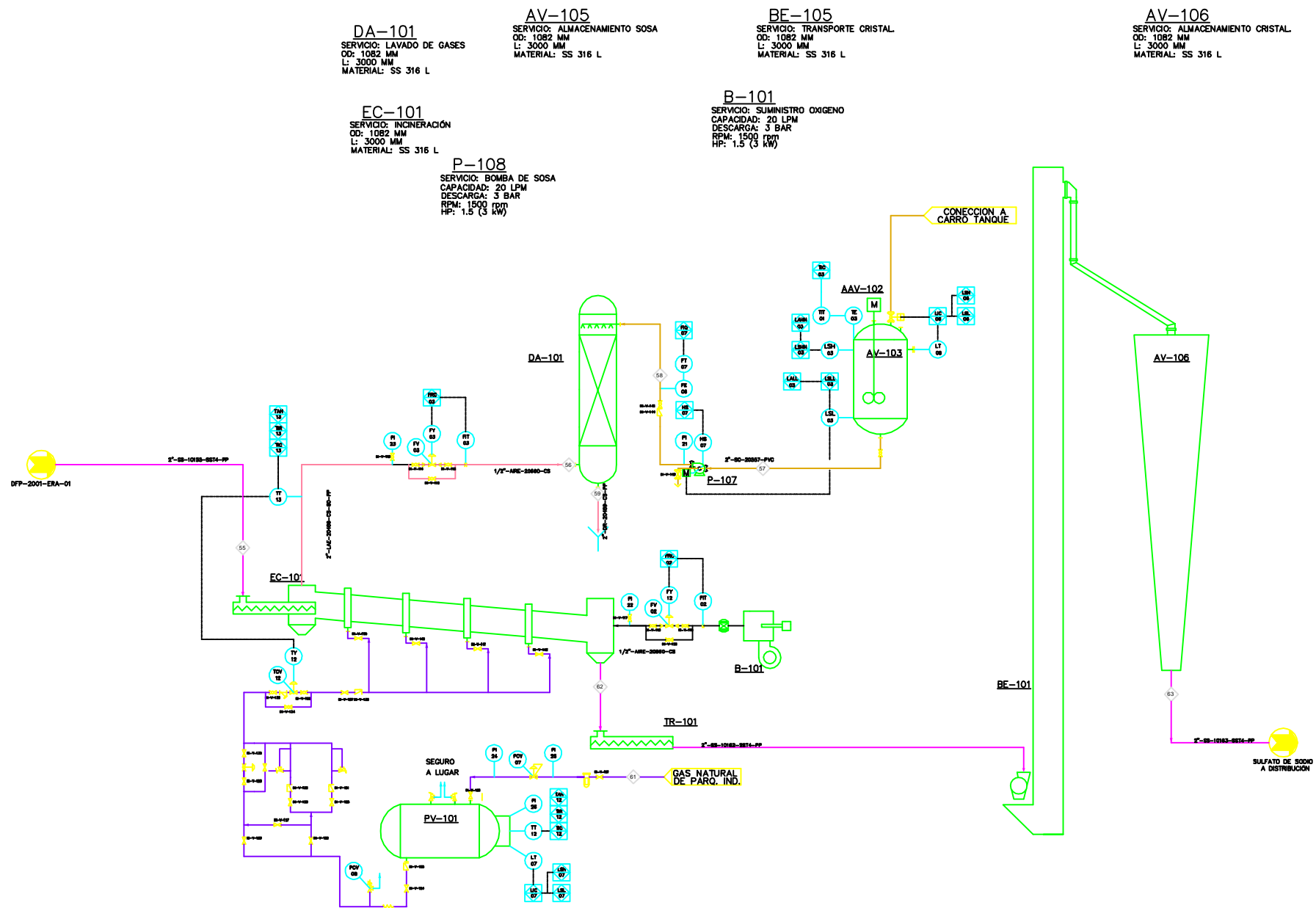


DIBUJOS DE REFERENCIA		APROBACION										EQUIPO:		INICIADO EN:		ENERO 10		DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION		RECUPERACION DE SULFATO DE SODIO	
No.	DESCRIPCION:	REV.	DESCRIPCION	REV.	DESCRIPCION	REVISOR	FECHA	CLIENTE	FECHA	PROY.	FECHA	DESCRIPCION	FECHA	DESCRIPCION	FECHA	DESCRIPCION	FECHA	DESCRIPCION	FECHA	DESCRIPCION	FECHA

TESIS

Dibujo elaborado en: DIC2010

ESC. ACOT. SIN
 No. de proy. Lugur
 Part. Pptab
 DIBUJO No. DTI-ERA-2003-1
 REV. **A**



DA-101
 SERVICIO: LAVADO DE GASES
 OD: 1082 MM
 L: 3000 MM
 MATERIAL: SS 316 L

AV-105
 SERVICIO: ALMACENAMIENTO SOSA
 OD: 1082 MM
 L: 3000 MM
 MATERIAL: SS 316 L

BE-105
 SERVICIO: TRANSPORTE CRISTAL
 OD: 1082 MM
 L: 3000 MM
 MATERIAL: SS 316 L

AV-106
 SERVICIO: ALMACENAMIENTO CRISTAL
 OD: 1082 MM
 L: 3000 MM
 MATERIAL: SS 316 L

EC-101
 SERVICIO: INCINERACION
 OD: 1082 MM
 L: 3000 MM
 MATERIAL: SS 316 L

B-101
 SERVICIO: SUMINISTRO OXIGENO
 CAPACIDAD: 20 LPM
 DESCARGA: 3 BAR
 RPM: 1500 RPM
 HP: 1.5 (3 KW)

P-108
 SERVICIO: BOMBA DE SOSA
 CAPACIDAD: 20 LPM
 DESCARGA: 3 BAR
 RPM: 1500 RPM
 HP: 1.5 (3 KW)

DIBUJOS DE REFERENCIA		APROBACION		EQUIPO:								INICIADO EN		ENERO 10		DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION		
No.	DESCRIPCION:	ING. ALFONSO DURAN PREDADO		REV.	DESCRIPCION	DEBIDO	A AREA	S. PROJ.	S. PROJ.	FECHA	CLIENTE	FECHA	APROBADO	FECHA	No. de proy:	Part. Pptal:	DIBUJO No.	REV.
																	DTI-ERA-2003-2	A

TESIS
 Dibujo elaborado en: ENERO 2010

RECUPERACION DE SULFATO DE SODIO

ESC. ACOT. SIN Lugar: No. de proy: Part. Pptal: DIBUJO No. **DTI-ERA-2003-2** REV. **A**

6.13 Control del área de proceso

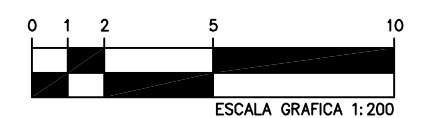
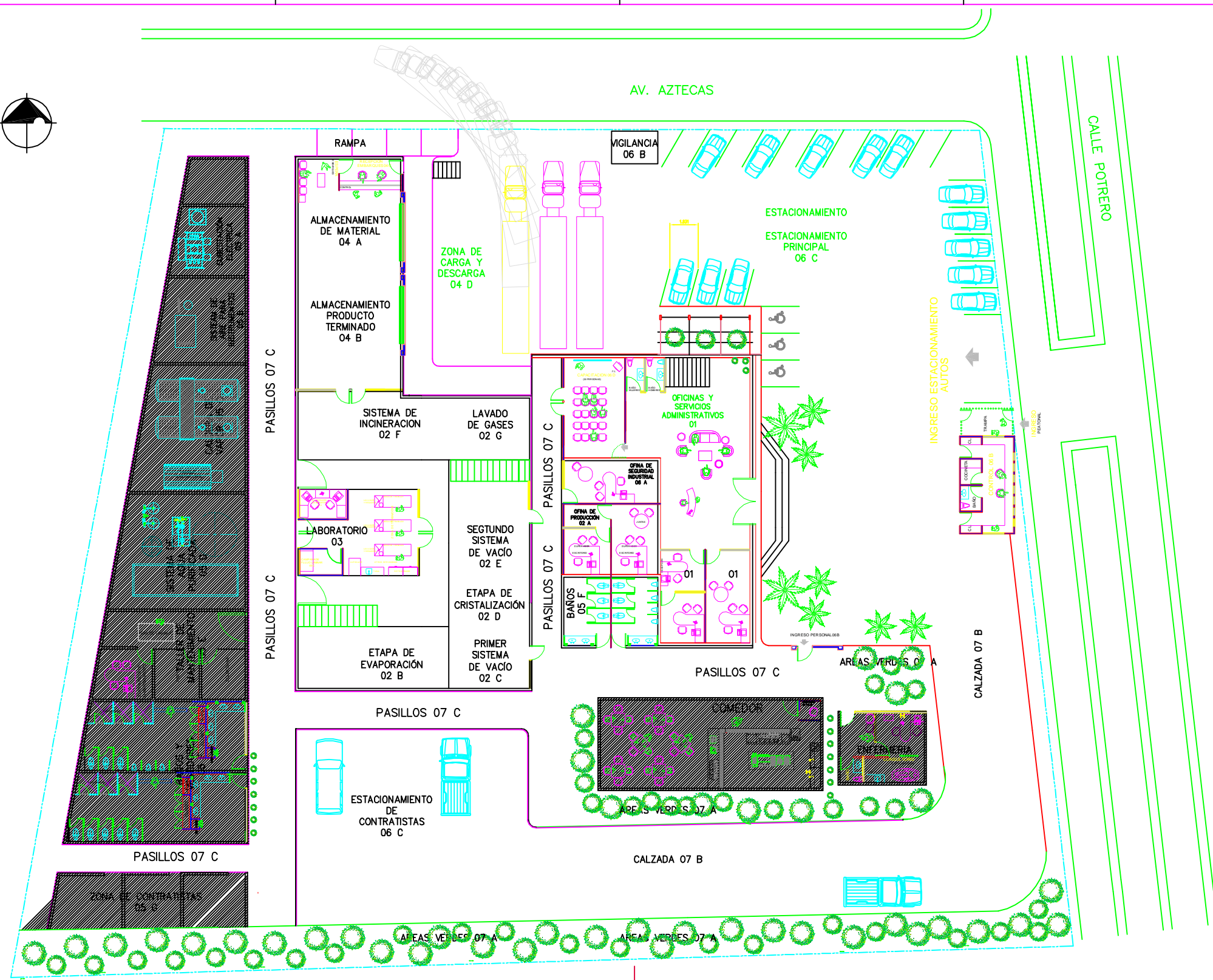
- A. Sistema de control requerido por el Cliente: Siemens
- B. Las secuencias de control para el correcto funcionamiento de la planta especialmente el área de producción, será controlada por medio de PLC individuales.
- C. Para estos sistemas, el control deberá comprender funciones automáticas para asegurar la calidad del producto, así como la integridad de los equipos.
- D. También deberá contar con medios para que las acciones automáticas puedan ser realizadas manualmente por personal calificado.
- E. Los sistemas contarán con control de acceso restringido para poder manipular las secuencias de modo manual.
- F. Para los casos como las calderas, compresores de aire, llenadoras y autoclaves, el sistema de control de los mismos será responsabilidad del fabricante.

6.14 Diagrama de localización general (Lay Out).

Es el documento en el que se muestra la localización de los diferentes componentes que integran la planta industrial, estos componentes se presentan como sigue:

Número de área	Descripción	Plano
01	Oficinas y servicios administrativos	AP-ERA-2003-1
02	Producción	AP-ERA-2003-1
02 A	Oficina de producción	AP-ERA-2003-1
02 B	Evaporación	AP-ERA-2003-1
02 C	Primer sistema de vacío	AP-ERA-2003-1
02 D	Cristalización	AP-ERA-2003-1
02 E	Segundo sistema de vacío	AP-ERA-2003-1
02 F	Incineración	AP-ERA-2003-1
02 G	Sistema de lavado de gases y centrifugación	AP-ERA-2003-1
03	Laboratorio	AP-ERA-2003-1
03 A	Elaboración de reportes	AP-ERA-2003-1
03 B	Zona de trabajo (3 mesas)	AP-ERA-2003-1
03 C	Campana de flujo laminar	AP-ERA-2003-1
03 D	Otros servicios (lavado, autoclave y refrigerador)	AP-ERA-2003-1
04	Almacén zona de carga y descarga	AP-ERA-2003-1
04A	Almacén de material	AP-ERA-2003-1
04B	Almacén de producto terminado	AP-ERA-2003-1
04C	Recepción de embarques y sala de espera	AP-ERA-2003-1
04C	Zona de carga y descarga de materia y producto	AP-ERA-2003-1
05	Pasillo de servicios auxiliares	AP-ERA-2003-1
05 A	Subestación eléctrica	AP-ERA-2003-1
05 B	Sistema de aire para instrumentos	AP-ERA-2003-1
05 C	Calderas de generación de vapor	AP-ERA-2003-1
05 D	Sistema de purificación de agua	AP-ERA-2003-1
05 E	Taller general de mantenimiento	AP-ERA-2003-1
05 F	Baños y vestidores	AP-ERA-2003-1
05 G	Zona de contratistas	AP-ERA-2003-1
06	Seguridad industrial	AP-ERA-2003-1
06 A	Oficina de seguridad industrial	AP-ERA-2003-1
06 B	Control (entrada y salida a la planta)	AP-ERA-2003-1
06 C	Estacionamientos	AP-ERA-2003-1
06 D	Capacitación	AP-ERA-2003-1
07	Áreas verdes, calzadas y pasillos	AP-ERA-2003-1
07 A	Áreas verdes	AP-ERA-2003-1
07 B	Calzadas	AP-ERA-2003-1
07 C	Pasillos	AP-ERA-2003-1
08	Comedor	AP-ERA-2003-1
09	Enfermería	AP-ERA-2003-1

Este plano se encuentra a continuación:



COMPROBADO: POSGRADO DE INGENIERIA COORDINADOR TECNICO COORDINADOR ESPECIALIDAD		FACULTAD DE QUIMICA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO C.P.14350 PORTERO 35 MEXICO D.F.		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE QUIMICA MAESTRIA EN INGENIERIA Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS ING. JESUS HERNANDEZ LOPEZ		PROY: TESIS RECUPERACION DE SULFATO DE SODIO DEL PROCESO DE PRODUCCION METONINA DESOR: PLANO DE ARREGLO GENERAL DE PLANTA			
MAR/10	0001	A	MAR/10	PARA DISEÑO	ESC.1:200	PROYECTO: ERA-2003	PLANO No. AP-ERA-2003-01	HOJA 1/1	REV. 0
FECHA:	HUMERO DMO:	REV.:	FECHA:	DESCRIPCION:	ESCALA:	PROYECTO:	PLANO No.:	HOJA:	REV.:

7. IMPACTO AMBIENTAL

La política ecológica nacional sostiene como principios básicos que los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad mexicana y que de su equilibrio depende la vida y las posibilidades productivas presentes y futuras del país.

Considera, también, que los ecosistemas deben ser aprovechados asegurando una productividad óptima sustentable, y que ésta sea, además, compatible con su equilibrio ecológico y de integración; debe ser asumido tanto por autoridades como por particulares y comprende tanto las condiciones presentes como aquellas que determinan la calidad de vida de las generaciones futuras.

Ante los retos de la problemática ambiental que presenta a la nación el modelo de desarrollo, seguido de la participación dedicada y responsable de todas las instancias, gobiernos federal, estatal y municipal, grupos organizados, académicos, industriales y sociedad civil en su conjunto, han sido convocados en el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Durante las últimas décadas, la humanidad se ha encontrado con que los resultados de un indiscriminado desecho de residuos tóxicos pueden volverse en su contra y en la del medio ambiente. Particularmente en México, los problemas se han agravado ante la falta de una concientización acerca de los problemas resultantes de la contaminación. Afortunadamente, en nuestro país se han impuesto restricciones legales a la cantidad y tipo de compuestos químicos que pueden ser desechados al medio ambiente, para el tratamiento de aguas, los métodos empleados varían dentro de una amplia gama.

La Secretaría de Salud establece, dentro de sus lineamientos, criterios sanitarios para que su uso, manejo, tratamiento y disposición no constituya riesgos a la salud humana. Así mismo, determina los valores máximos permisibles de sustancias peligrosas en los puntos de descarga y exige el permiso sanitario para la descarga de aguas residuales industriales, el cual se otorgará siempre y cuando las sustancias nocivas, no rebasen los valores máximos permisibles de concentración.

Los usuarios que aprovechen en su servicio aguas que posteriormente sean descargadas a cuerpos de agua destinada al uso y consumo humano, están obligados a darles el tratamiento correspondiente a fin de evitar riesgos a la salud.

La Secretaría promoverá y se coordinará con las autoridades competentes para prevenir y controlar los riesgos y daños a la salud de la población expuesta a la acción de contaminantes físicos como ruido, vibraciones y polvo.

En México existen instancias de gobierno y órganos, que a través de leyes, reglamentos y normas regulan el impacto ambiental provocado por la instalación u operación de plantas industriales que modifiquen el medio ambiente.

La evaluación del impacto ambiental corresponderá al Gobierno federal, a través del INE, y conforme al artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), que regula las actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas. Las obras o actividades, que requerirán previa autorización en la materia, son: industria química, petroquímica, siderúrgica, papelera, azucarera, de bebidas, del cemento, automotriz, de generación y transmisión de electricidad, así como instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos.

Para las emisiones a la atmósfera, la empresa debe cumplir con la NOM-085-ECOL-1994. Contaminación atmosférica-fuentes-fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, en este caso la norma regula a la caldera que nos proporcionará el vapor requerido. Para obtener la autorización en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, tendremos que solicitar ante el INE la Licencia Ambiental Única, conforme al artículo 111Bis de la LGEEPA, que establece que para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización, se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal las industrias química, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos.

En lo que corresponde en materia de Riesgo Ambiental, la actividad que desarrollará la empresa no es considerada una actividad altamente riesgosa de acuerdo a los listados primero y segundo de actividades altamente riesgosas publicados en el Diario Oficial de la Federación los días 28 de marzo de 1990 y el 4 de mayo de 1992, respectivamente. El gobierno federal no es la autoridad competente para evaluar y dictaminar en el rubro señalado. No obstante lo anterior, los Estados de la República cuentan con su propia legislación ambiental, por lo que la empresa deberá dirigirse a las instancias estatales competentes para obtener, en su caso, la autorización en materia de riesgo ambiental.

En lo que respecta a la generación de residuos peligrosos provenientes de sus actividades, la empresa los identificará de acuerdo a la NOM-052-ECOL que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Se dará de alta como empresa generadora de residuos peligrosos conforme a lo dispuesto en el artículo 8º del Reglamento en materia de residuos peligrosos.

Asimismo, en relación con las descargas de aguas residuales, la empresa contratará los servicios de tratamiento con que cuenta el corredor industrial, por lo que este mismo se encargará de dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales

Finalmente para dar cumplimiento respecto a la evaluación de impacto ambiental, se realizará de acuerdo a lo que establece el Instituto Nacional de Ecología, el cual realiza la evaluación por medio de un informe preventivo que consiste de los siguientes puntos:

REQUISITOS QUE CONTIENE EL INSTRUCTIVO PARA LA FORMULACIÓN DEL INFORME PREVENTIVO AL QUE SE REFIEREN LOS ARTICULOS 70. Y 80. DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

I. Datos generales:

1. Nombre de la empresa u organismo solicitante
2. Nombre y puesto del responsable del proyecto
3. Nacionalidad de la empresa
4. Actividad principal de la empresa u organismo
5. Domicilio para oír y recibir notificaciones
6. Cámara o Asociación a la que pertenece la empresa u organismo, indicando:
 - Número de registro
 - Fecha de ingreso
 - Registro Federal de Causantes

II. Ubicación y descripción general de la obra o actividad proyectada indicando:

1. Nombre del proyecto
2. Naturaleza del proyecto (descripción general del proyecto, indicando la capacidad proyectada y la inversión requerida)
3. Vida útil del proyecto
4. Programa de trabajo
5. Ubicación física del proyecto. Anexar pljano de distribución de la planta y plano de localización del predio, especificando:
 - Estado
 - Municipio
 - Localidad
 - Localización
6. Situación legal del predio
7. Superficie requerida (ha, m)
8. Colindancia del predio y actividad que se desarrolla

9. Obra civil desarrollada para preparación del terreno
10. Vías de acceso (marítimas y terrestres)
11. Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo en el área correspondiente
12. Requerimiento de mano de obra
13. Obras o servicios de apoyo a utilizar en las diferentes etapas del proyecto
14. Sitios alternativos para el desarrollo de la obra o actividad

III. Descripción del proceso

1. Materiales y sustancias que serán utilizados en las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento de la obra o actividad proyectada. Enlistar e indicar volúmenes.
2. Equipo requerido para las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento de la obra o actividad proyectada. Enlistar e indicar capacidad instalada.
3. Recursos naturales del área que serán aprovechados en las diferentes etapas. Especificar.
4. En caso de una industria de transformación y/o extractiva:
 - Indicar las sustancias o materiales que serán utilizados en el proceso
 - Enlistar los productos finales
5. Fuentes de suministro de energía eléctrica y/o combustible
6. Requerimientos de agua cruda y potable, y fuente de suministro
7. Residuos que serán generados en las diferentes etapas del proyecto, y destino final de los mismos
 - Emisión a la atmósfera
 - Descarga de aguas residuales
 - Residuos sólidos
 - Emisiones de ruido
 - Otro

Requerimientos de energía

Electricidad

Fuente de suministro:	Comisión Federal de Electricidad. Subestación Minatitlán I y Subestación Chinameca I
Potencia:	7,500 kilowatts
Voltaje:	34,500 Volts C.A.
Número de fases:	3

Consumo de electricidad por planta

Planta	Consumo(kW)
Metionina	1,371
Metil mercaptano	1,430
*Acroleína	1,955

Planta	Consumo(kW)
*HCN	954
Torres de enfriamiento y servicios	1150
*Plantas de recuperación de desechos (NH ₄) ₂ SO ₄ y Na ₂ SO ₄	300
*Ácido sulfúrico	120
Total	7,252

*Nueva capacidad

Combustible

Gas natural

Origen: PEMEX
 Suministro: PEMEX
 Cantidad: 50,000,000 m³N/año

Composición:

CH ₄ :	88.139%Vol
C ₂ H ₆ :	10.069
C ₃ H ₈ :	0.443
nC ₄ H ₁₀ :	0.019
iC ₄ H ₁₀ :	0.008
N ₂ :	1.036
H ₂ S:	Menos de 0.25 gr/100ft ³

Almacenamiento: Este combustible no se almacena

Consumo: 1400Nm³/hr para generación de vapor
 100Nm³/hr para secar metionina y tratamiento de desechos

Requerimientos de agua

Contamos con dos tipos de agua en el complejo:

Agua para beber, que viene embotellada y se suministra por medio de enfriadores comerciales de agua en lugares accesibles para todos. El agua potable será entregada, por camiones repartidores, al complejo regularmente lo suficiente para satisfacer a 350 personas.

Agua clarificada proveniente de PEMEX; para las facilidades domésticas y agua de proceso.100 litros/min, clarificada de la planta de PEMEX, entregada por tubo directo. No hay toma de agua directa de ningún río o pozo que tengamos que clarificar en el complejo.

Aspectos generales del medio ambiente

Tipo de clima

El municipio de Cosoleacaque presenta un clima húmedo y vientos dominantes del Noreste. Esta dirección de vientos da origen a una nueva traza, que irá en el mismo sentido que los vientos para la circulación de aire fresco; además, el sentido del viento provoca que la industria se sitúe en la parte Sur para evitar contaminación a la zona urbana.

Temperatura Promedio

Temperatura Máxima: 40 °C en abril
 Temperatura Mínima: 16 °C en enero

Precipitación promedio anual

Precipitación pluvial promedio anual: 2,237 mm
 Precipitación pluvial máxima: 565mm
 Precipitación pluvial mínima: 3.3mm

Época de estiaje:

De marzo a mediados de junio, donde no hay lluvias regulares, se presentan muy aisladas en esta época por lo que su impacto como descarga es irrelevante.

Época de lluvias:

Inicia en mayo y termina en octubre, durante esta época generalmente llueve en la noche con grandes descargas de agua, alcanzando niveles de 100 mm de agua en 20 minutos; toda esta agua arrastra arena, tierra y algunas otras basuras que van en una descarga natural, donde todas las aguas cercanas a la planta descargan.

Época de ciclones:

Generalmente, de octubre a febrero, esta lluvia viene acompañada por fuertes vientos, sin embargo, puede llover durante periodos de tres a cuatro días continuamente sin descargas masivas de agua. Estas aguas son descargadas en el drenaje natural y no existe la posibilidad de que se mezclen con el efluente industrial o con el doméstico.

Intemperismos severos

La localización geográfica del Complejo Industrial Metionina así como las características del área, determinan que la frecuencia de intemperismos severos en la zona es mínima. Durante el periodo de 1960 a 1994, no se presentaron heladas en la región y únicamente se presentaron seis días con granizo.

Altura de la capa de mezclado de aire:

No hay información disponible

Calidad del aire:

No existen datos recientes acerca de la calidad del aire en el área de influencia donde se localiza el Complejo Industrial Metionina. Sin embargo, durante 1994 a 1995, se realizó un estudio por parte del Centro de Ecodesarrollo, el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM y la Universidad Veracruzana para evaluar el

grado de contaminación atmosférica de las ciudades de Minatitlán y Coatzacoalcos, debido al amplio desarrollo industrial y petrolero que se localiza en sus alrededores.

De acuerdo con los resultados de este trabajo, tenemos que, para la ciudad de Minatitlán, el valor de partículas suspendidas fue de $114 \mu\text{G}/\text{m}^3$, el cual se considera un nivel bajo, de acuerdo con la concentración de $175 \mu\text{G}/\text{m}^3$ establecido en la Norma Mexicana como límite máximo permisible.

La contaminación por materiales pesados (Plomo, Cadmio, Cromo, y Cobre) no fueron significativos por no existir fuentes importantes de emisión de estos contaminantes en la zona.

Los resultados por precipitación pluvial señalaron que los iones predominantes fueron Sulfatos, en un rango comprendido entre 5.22 y 51.0 mg/L. El alto contenido de los sulfatos señala la fuerte emisión de su precursor, el SO_2 (Bióxido de azufre), que es producido por la combustión de compuestos con alto contenido de Azufre y por las emisiones de la refinería e industrias petroquímicas. Uno de los efectos que produce el SO_2 (Bióxido de azufre) en una atmósfera contaminada es la llamada lluvia ácida, que fue determinada en algunas ocasiones en la zona de Minatitlán- Coatzacoalcos.

La concentración de compuestos de Nitrógeno como Nitratos y Amoníaco fue de 1.5 mg/L, considerado un valor alto comparado con un área donde la concentración de estos compuestos es menor de 1 mg/L.

Las altas concentraciones de estos compuestos son atribuidas a las emisiones de Óxidos de nitrógeno de la planta productora de fertilizantes, así como a la combustión en fuentes estacionarias y a emisiones de algunos procesos industriales como es la producción de Ácido nítrico.

De igual modo, el ión Amonio se encontró en altas concentraciones, tal vez como resultado de las fugas de Amoníaco en algunas de las plantas que se localizan en la zona.

El pH del agua pluvial se encontró en un rango desde muy ácido 3.69 hasta alcalino 9.63.

Por último, se determinó la concentración de formaldehído. Los resultados indican que, en los niveles de agua de lluvia, fue baja. Estos valores se atribuyen a que el formaldehído en gas no alcanza a penetrar en la nube en el momento de su formación.

Las concentraciones de formaldehído en aire fueron altas, encontrándose valores en un rango de 1.8 a 48 ppm en Minatitlán. Las principales fuentes de emisión son la evaporación de gasolinas en los automóviles y vehículos de motor que utilizan este combustible en los procesos de refinación, distribución y venta de este producto, así como los procesos industriales en los que intervienen hidrocarburos y solventes.

Geomorfología y geología

Geomorfología general

El área forma parte de la provincia fisiográfica denominada llanura costera del Golfo Sur, donde se incluye la sub provincia llanura costera Veracruzana, que abarca llanuras aluviales de ríos importantes como el Papaloapan y Coatzacoalcos.

El basamento en que descansan los rellenos está formado por rocas sedimentarias y volcán sedimentarias.

Las rocas que afloran cubren un lapso cronológico del jurásico superior al cuaternario reciente y son de tipo sedimentario y volcán sedimentario como lutitas, arsénicas y conglomerados.

Los suelos que predominan en la zona (Minatitlán, Coatzacoalcos, Cosoleacaque) son principalmente del tipo aluvión del cuaternario, el cual está formado por depósitos de materiales sueltos (grava ,arena) provenientes de rocas que han sido transportadas por corrientes de agua superficiales; suelo palustre del cuaternario, que se caracteriza por ser un material no consolidado, rico en materia orgánica que se ha depositado en las zonas pantanosas; lutitas del jurásico, que son secuencia marina constituida por lutitas de color gris con intercalaciones de algunas limolitas; suelo arenisco del terciario, constituido por areniscas de grano fino o mediano depositadas en un ambiente marino de agua somera. Las areniscas se presentan en concreciones de carbonatos y nódulos de óxidos en estratos medianos y gruesos, de color azul claro o café; en ocasiones, se encuentran intercaladas con algunos horizontes de arcilla arenosa de color rojo, lechos fosilíferos con fragmentos de Ostrea, Macra, Pecten y Solarum. El complejo Industrial Metionina se encuentra construido, principalmente, en este último tipo de unidad litológica. En dirección Sur Oeste, aproximadamente a 4.5 km. de la ubicación del Complejo, se localiza un banco de material de grava y arena en explotación.

Descripción breve de las características del relieve

La topografía de la zona está formada por los lomeríos de pendientes suaves de 0 a 5%, abarcando esta topografía un 60% del área total. Un 35% está formado por suelos localizados a bajo el nivel del mar, son áreas inundables o permanentemente inundadas. El 4% corresponde a suelos con pendientes de 5 a 15 % y, finalmente, un 1 % está formado por suelos con pendientes mayores al 15%.

Susceptibilidad de la zona a:

Sismicidad

El área es geológicamente estable, no encontrándose fallas en ella. Los suelos son sólidos en las áreas libres de inundación. Sin embargo, todos los estándares de ingeniería civil para zonas con actividad sísmica se han aplicado en la construcción y rehabilitación de las plantas.

Deslizamientos: No existen

Derrumbes: No existen

Otros movimientos de tierra: No existen

Posible actividad volcánica: No existe

Suelos

Tipo de suelos presentes en el área y zonas aledañas

Geológicamente, el municipio de Cosoleacaque está integrado por rellenos aluviales y lacustres de la era cenozoica y mesozoica compuestos por arcilla, limo y arena en capas, mediante estratificado, cuyo espesor varía de 20 a 30 cm.

Composición del suelo

Al Norte del municipio tenemos un suelo compuesto por el 10% de arcilla, 20% de limo y 68 % de arena, de tal manera que podemos clasificarlo como suelo migajón arenoso.

Al Sur, el suelo está compuesto por 54% de arcilla, 24% de limo y 22% de arena, con esto, podemos clasificarlo como un suelo acriloso.

Por último, tenemos que, a las orillas del río Coatzacoalcos, el suelo está compuesto por 36 % de arcilla, 52 % de limo y 12% de arena, por lo que lo clasificamos como suelo migajón arcilloso.

Capacidad de saturación

Alta

Hidrología

Rango de 10 a 15 km.

Principales ríos o arroyos cercanos

El municipio de Cosoleacaque está bañado en la zona Este, Sur y Sureste por el río Coatzacoalcos de 300 km. de longitud. Nace en el estado de Chiapas y su cauce es de Sur a Noreste. Desciende por un estuario navegable en el golfo de México, su curso inferior toca las ciudades de Minatitlán y Coatzacoalcos, dando nacimiento a diversos manantiales, arroyos, esteros y zonas pantanosas, aunque el agua que corre por ellos no es utilizada para el consumo de la ciudad por el alto contenido de contaminación, su cauce es ocupada para recolectar las aguas negras de la ciudad y poblados por donde pasa.

Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc.)

La existencia de extensas zonas sujetas a inundación en las planicies de la parte Norte y Nor-Oriente han dado origen a la formación de numerosas lagunas de pequeñas dimensiones en la que destaca la laguna Las Matas. Esta laguna se extiende hacia el Norte y al margen izquierdo del río Coatzacoalcos, hasta las orillas de la Ciudad de Coatzacoalcos; es considerado uno de los ríos más importantes del estado de Veracruz en cuanto a su longitud y caudal con un escurrimiento medio anual superior a 40 m³/s en su desembocadura.

Hacia la región Sur-Oriente se localizan dos pequeñas lagunas tributarias del río Coatzacoalcos denominadas laguna Los Loros y la laguna Los Trabaderos.

Este río es utilizado ampliamente en la navegación; embarcaciones de todo tipo, desde grandes barcos que acuden a los muelles de la Ciudad de Minatitlán desde el Golfo de México, hasta pequeñas embarcaciones que

hacen servicio de cabotaje, son transportadas a través de su caudal. Por otro lado, el río también es utilizado en actividades pecuarias.

En dirección Nor-Oriente, se localizan dos arroyos donde las industrias concentradas en el Complejo químico Cosoleacaque (donde se encuentra el Complejo Industrial Metionina) vierten sus aguas residuales y son transportadas, finalmente, al pantano que se localiza en el Norte del área de influencia.

Drenaje subterráneo

El municipio de Cosoleacaque se encuentra servido con un 40 %, y un 60% no cuenta con el servicio de drenaje subterráneo a causa del asentamiento irregular en el área urbana actual.

La descarga de aguas servidas llega por medio de tuberías de 10 a 15 cm de diámetro, lo que hace que el desalojo en época de lluvias sea insuficiente. En el caso de las colonias que cuentan con drenaje, desalojan las aguas negras por medio de arroyos y canales a cielo abierto (proporcionados por el escurrimiento natural en cada área).

En la zona urbana, se cuenta con tres plantas de tratamiento de aguas negras, las cuales están localizadas en las colonias Fracc. H. J. Aldama, 7 de Mayo, y la del Complejo Petroquímico PEMEX, de las cuales la única que está en servicio es la última, siendo insuficiente ya que, cuando está llena, el agua se va directo por el arroyo hasta llegar al río Coatzacoalcos.

Cercanía del proyecto a pozos

Existen dos zonas de concentración de pozos, una al Norte de la ciudad de Minatitlán y la otra se localiza al Este de la ciudad de Coatzacoalcos. La descarga proviene de las corrientes superficiales que, de acuerdo con los análisis químicos de las muestras de agua se determinó, pertenecen a la familia sódica, magnésica, cálcica, bicarbonatada y sulfatada. La calidad del agua varía de dulce a tolerable.

La dirección del flujo de agua subterránea es de Sur a Norte. La mayoría de los pozos cercanos a las ciudades se hallan sobreexplotados, lo que ha originado conos de abatimiento. El gasto de las obras de extracción en los acuíferos varía de 16 a 144 L/s.

El agua extraída de estos acuíferos es utilizada para actividades domésticas, pecuarias e industriales.

Oceanografía

No procede para esta zona

Rasgos Biológicos

Vegetación

Tipo de vegetación de la zona

En el área de influencia, la vegetación está compuesta por popales y tulares, pastizales, selva alta perennifolia, encinares tropicales (*Quercus Oleoides*) y vegetación secundaria derivada de estos tipos, así como áreas de cultivo. La zona se encuentra enclavada dentro de la provincia florística de la costa del Golfo de México. Originalmente, esta área se hallaba cubierta, en su mayoría, por una selva de terminalia (Sombrerete). Actualmente, existen en el área algunos manchones de selva alta perennifolia, donde son representados por los géneros *Schelea* y *Guazma*, así como vegetación secundaria arbórea.

La vegetación de la zona se encuentra distribuida de la siguiente manera:

En la parte Este se encuentra la zona de inundación formada por el río Coatzacoalcos, donde se presentan pantanos que han dado lugar a comunidades como popales y tulares caracterizados principalmente por los géneros *Eichornia*, *Typha* y *Cyperus*. La importancia biológica de esta formación es que constituye un biotipo a nivel nacional.

Uno de los usos del suelo que ha influido más en la degradación de las áreas de selva alta perennifolia, es la transformación de los terrenos en pastizales que son mantenidos artificialmente y utilizados como zonas de agostadero. Para tal fin, se acostumbra desmontar y quemar la vegetación existente y sembrar gramíneas adecuadas. Los pastizales en el área ocupan más del 60 %, los cuales se han producido de forma artificial y son mantenidos mediante el pisoteo de los animales y el fuego; con la acción continua de estos agentes de disturbio, estas áreas de pastizal tienden a expandirse. Son comunidades secundarias de origen antropógeno.

También en esta área, se presentan bosques de *Quercus*, conocidos como encinares, los cuales, en general, tienen una amplia distribución en el país. En la zona de influencia, estos bosques ocupan aproximadamente el 3 % y están representados por *Q. Oleoides*, *Q. Peduncularis* y *Q. Sapotaefolia*. Los manchones se encuentran generalmente perturbados por cultivos de maíz.

Principales asociaciones vegetacionales y distribución

Pastizal cultivado

Este tipo de vegetación ocupa el 60% del área, reflejando, así, la importancia de la actividad ganadera. Estos pastizales están distribuidos principalmente en la zona Sur.

Asociación: Penisetum

Estrato	Especie	Nombre local
(m)0.8	<i>Pennisetum</i>	Elefante
	<i>Purpureum</i>	
	<i>Paspalum Notatum</i>	

Popal-Tular

Este tipo de vegetación se encuentra al Este del área, sobre las llanuras de inundación formadas por el río Coatzacoalcos y ocupa el 15 % de extensión aproximadamente.

Asociación: *Eichornia crassipes-Typha sp-Cyperus sp*

Estrato (m)	Especie	Nombre local
0.8	<i>Cyperus sp</i>	Tule
	<i>Typha sp</i>	Lirio
	<i>Eichornia Crasipes</i>	
	<i>Cyperus sp</i>	

Selva alta perennifolia con vegetación secundaria arbórea

De esta vegetación existe sólo manchones pequeños hacia la parte Norte del área, cubriendo aproximadamente el 6 % de la zona.

Asociación: *Scheela Liebmanni*

Estrato(m)	Especie	Nombre local
20.0	<i>Scheelea Liebmannii</i>	Palma real
	<i>Guazuma Ulmifolia</i>	Guácima
	<i>Tabebuia Rosea</i>	Roble
	<i>Sabal mexicana</i>	Palma Redonda
	<i>Cedrela Oorata</i>	Cedro
	<i>Ceiba sb</i>	Ceiba
	<i>Cecropia Obtusifolia</i>	Chancarro
	<i>Enterobium Cyclocarpum</i>	Nacasté

Bosque Encino

Se localiza básicamente hacia el Oeste sobre la parte central en forma de manchones, no midiendo el más grande de éstos más de 5 km de largo. Estos manchones abarcan el 4% de extensión. Se encuentran perturbados con cultivos de maíz.

Asociación:

Estrato (m)	Especie	Nombre local
14.0	<i>Quercus Oleides</i>	Encino blanco
	<i>Quercus Pedicularis</i>	Encino negro
	<i>Quercus Sapotaefolia</i>	Encino colorado
6.0	<i>Byrsonima Crassifolia</i>	Nanche
	<i>Curatella Americana</i>	
	<i>Apeiba Tiborobou</i>	
2.0	<i>Bauhini Divoricta</i>	Pata de cabra

	<i>Triumfetta sp</i>	Barrebilla
	<i>Guazuma Ulmifolia</i>	Guacima
	<i>Mimosa Albida</i>	
	<i>Conostegia Xalapensis</i>	

La totalidad de los terrenos que se dedican a la agricultura temporal con cultivos anuales de maíz ocupan el 15 % del área; otro 5 % del terreno se dedica a la agricultura de humedad, cultivando, de igual modo, maíz antes o después de la temporada de lluvias aprovechando la humedad del suelo.

Por último, es importante mencionar que el Complejo Industrial Metionina se sitúa en una zona donde la vegetación se considera nula.

Especies de Interés comercial

La madera de diferentes árboles de la selva alta perennifolia se emplea localmente para fines diversos, como en la construcción de viviendas y muebles, de postes, bardas y durmientes de ferrocarril, así como combustible, pero, en general, este aprovechamiento es insignificante comparado con la cantidad de árboles que se talan y se queman con propósitos de desmonte. De este modo, aunque existen especies de maderas preciosas, no es posible su explotación comercial como en el caso del cedro y la caoba, ya que la densidad de estos árboles es baja.

Vegetación endémica y/o en peligro de extinción

De acuerdo al listado publicado en el Diario oficial de la Federación (mayo 17, 1991), encontramos que, para esta zona, no existen especies de la flora amenazadas, endémicas, raras, de protección especial o en peligro de extinción; sin embargo, como se mencionó anteriormente, dentro del área de influencia de la planta de Metionina se localizan manchones de selva alta perennifolia hacia la parte Norte y un área pantanosa conformada por popales hacia la parte Noreste.

La selva alta perennifolia es un tipo de vegetación primaria caracterizada por una gran diversidad biológica. Esta vegetación ocupaba una amplia y casi continua distribución en el Este y Sureste de México, encontrándose también sobre una larga y angosta franja de la vertiente pacífica de la Sierra Madre de Chiapas, que se continúa hasta Centroamérica. Este tipo de vegetación ha sido ampliamente perturbada por las actividades agrícolas y ganaderas, de tal manera que, en la actualidad, menos de la décima parte de su extensión conserva las características florísticas clímax.

Fauna

Fauna característica de la zona

La mayor parte de la fauna característica de la zona ha desaparecido o ha sido desplazada a causa de la destrucción de sus hábitats. Esta destrucción es producto, principalmente, del desarrollo urbano e industrial en la zona. La clase aves es la que presenta mayor número de especies, se tiene registro de 26 especies, de las

cuales la mayoría se encuentra en pantanos. Los peces ocuparon el segundo lugar en diversidad, se reportan once especies para la porción dulce acuícola del río Coatzacoalcos y diez para la zona estuarina.

Únicamente seis especies de mamíferos se registraron en la zona, así mismo, sólo cinco especies para la clase reptil. Esta baja diversidad es debida a la gran destrucción de sus hábitats, a la emisión de sustancias tóxicas hacia cuerpos acuáticos y a la presión ejercida por los cazadores furtivos.

Mamíferos

Nombre científico	Nombre Común
<i>Procyon Lotor</i>	Mapache
<i>Sylvilagus sp</i>	Conejo
<i>Cuniculus Paca</i>	Tepezcuintle
<i>Didelphis Marsupialis</i>	Tlacuache
<i>Dasyus Novemcinctus</i>	Armadillo
<i>Siurus Aureogaster</i>	Ardilla gris

Aves

Nombre científico	Nombre común
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor
<i>Egretta caerulea</i>	Garza
<i>Butorides striatus</i>	Garza
<i>Ceryle torquata</i>	Martín pescador
<i>Dendrocygra autumnalis</i>	Pichichi
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Cormorán
<i>Casmerodius albus</i>	Garzón blanco
<i>Egreta thula</i>	Garza dedos dorados
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote
<i>Cathartes aura</i>	Aura común (zopilote)
<i>Jacana spinosa</i>	Gallito de agua
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
<i>Himatopus mexicanus</i>	Minjita
<i>Fulica Americana</i>	Gallareta
<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo
<i>Zenaida aiatica</i>	Paloma aliblanca
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota
<i>Leptotila Verreauxi</i>	Paloma común

Nombre científico	Nombre común
<i>Gallinago gallinago</i>	Agachona común
<i>Ortalis Vetula</i>	Chachalaca
<i>Penélope purpurascens</i>	Cojilote
<i>Penilopina nigra</i>	Chachalaca negra
<i>Grus americana</i>	Grulla blanca

Reptiles

Nombre científico	Nombre común
<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano
<i>Ctenosaura Pectinata</i>	Garrobo
<i>Staurotypus triporcatus</i>	Guao
<i>Kinosternon leucostomun</i>	Pochitoque
<i>Basiliscus Vittatus</i>	Querreque

Peces

Nombre científico	Nombre común
<i>Ictaurus meridionalis</i>	Bagre
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Bagre
<i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra
<i>Chichlosoma heterospilum</i>	Mojarra

Crustáceos

Nombre científico	Nombre común
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	Langostino
<i>Macrobrachium carcinus</i>	Langostino
<i>Penaeus setiferus</i>	Camarón blanco
<i>Penaeus aztecus</i>	Camorón café
<i>Callinectes rathbunae</i>	Jaiba
<i>Callinectes sapidus</i>	Jaiba

Moluscos

Nombre científico
<i>Polymesoda caroliniana</i>
<i>Rangia cureata</i>
<i>Rangia (Rangianell) flexuosa</i>

Especies de valor comercial

Dentro de las especies con valor comercial se encuentran algunos peces y crustáceos que pudieran representar una fuente de proteína importante para la población de Minatitlán y Cosoleacaque, pero, debido al deterioro en la calidad del agua del Río Coatzacoalcos, resulta peligrosa la ingestión de estos organismos. Los mamíferos con valor comercial son el armadillo y el tepezcuittle; las aves, pichichi; peces: bagre y mojarra; crustáceos: langostinos, camarones y jaibas.

Especies de valor cinegético

En el estado de Veracruz existen tres regiones cinegéticas. El presente proyecto se llevará a cabo en la región número 3, para la cual se reportan en la Gaceta Ecológica No. 10 las siguientes especies permitidas y de interés cinegético:

Mamíferos: conejo, tlacuache, armadillo y ardilla gris.

Aves: pichichi, gallareta, pato boludo, paloma aliblanca, paloma huilota, paloma común, agachona común.

Especies amenazadas o en peligro de extinción

De acuerdo con el listado que reporta SEDUE en el diario Oficial de la Federación del 17 de Mayo de 1991, se elaboró la siguiente lista:

Especies amenazadas y endémicas:

Nombre científico	Nombre común
<i>Ctenosaura Pectinata</i>	Garrobo

Especies en peligro de extinción:

Nombre científico	Nombre común
<i>Penélope purpurascens</i>	Cojilote
<i>Penelopina nigra</i>	Chachalaca negra
<i>Grus americana</i>	Grulla blanca

Nombre científico	Nombre común
<i>Crocodylus moreletti</i>	Cocodrilo de pantano
<i>Staurotypus triporcatus</i>	Guao

Ecosistemas y paisaje

¿Modificará la dinámica natural de algún cuerpo de agua?

Sí. Un gran porcentaje del agua a utilizar durante la operación del Complejo Industrial Metionina será tomada del Río Huazuntlán y proveída por PEMEX, localizado en la parte Noroeste de la zona, siendo un importante efluente del Río Coatzacoalcos.

- ¿Modificará la dinámica natural de las comunidades de flora y fauna? No
- ¿Crearán barreras físicas que limiten el desplazamiento de la flora y/o fauna? No
- ¿Se contempla la introducción de especies exóticas? No
- ¿Es una zona considerada con cualidades estéticas únicas o excepcionales? No
- ¿Es una zona considerada como atractivo turístico? No
- ¿Es o se encuentra cerca de un área arqueológica o de interés histórico? No

¿Es o se encuentra cerca de un área natural protegida?

No, sin embargo, dentro del área de influencia se localiza una zona pantanosa con vegetación hidrófila de Popal-tular, cuya importancia biológica radica en que constituye un biotipo poco frecuente a nivel nacional, por lo que se considera importante su protección y conservación.

¿Modificará la armonía visual con la creación de un paisaje artificial? No

¿Existe alguna afectación en la zona?, explique en qué forma y su grado actual de degradación.

Sí. Como resultado de que la zona es un centro industrial de primer orden, se encuentra afectada por los niveles de contaminación atmosférica, así como del agua, lo que representa un problema grave para la población.

Así mismo, el desarrollo urbano e industrial ha determinado que la vegetación característica de la zona haya sido eliminada por completo.

Medio socioeconómico

Población

Según el último censo de población, el municipio de Cosoleacaque cuenta con 129,048 habitantes.

La población económicamente activa del municipio se dedica principalmente a actividades correspondientes a la Administración Pública y Defensa, Servicios financieros, servicios profesionales y técnicos, servicios de transporte y comunicación, servicios de restaurantes y hoteles, servicios comunales y sociales, construcción, extracción del petróleo y gas, servicio de electricidad y agua, minería, caza y pesca.

Servicios

Medios de comunicación

La cabecera municipal dispone de los servicios de teléfono, telégrafo y correo. De las 108 localidades que conforman el municipio, sólo las de Cocotla y Barrancas tienen servicio telefónico, además poseen una estación de radioaficionados.

Medios de transporte

Las vías de acceso son terrestres (se cuenta con estación de autobuses y ferrocarril) y aéreas (aeropuerto).

El Municipio de Cosoleacaque cuenta con transporte urbano, suburbano, foráneo y aéreo.

El transporte urbano da un servicio constante al casco urbano y al Noroeste del municipio, sin embargo, en la zona suroeste es demasiado escaso. Al no existir un recorrido lineal y definido, se tiene una desventaja en

cuanto a tiempo por los extensos recorridos que realizan algunas rutas. Falta establecer señalamiento, paraderos y un punto de concentración del transporte público.

El municipio cuenta con 35.5 kilómetros de carreteras, de los cuales 24.0 kilómetros corresponden a federales pavimentadas; 4.5 a estatales revestidas; y 7.0 kilómetros a caminos rurales. Esta red de carreteras está integrada por los siguientes tramos: Coatzacoalcos-Salina Cruz, con una longitud de 6.0 kilómetros; Sotepan-San Fernando con 1.0 kilómetros; Cánticas-Coatzacoalcos con 17.0 kilómetros; Jaltipan -La Lajilla con 4.5 y Coacotla-Monte Alto con 7.0. A través de estas carreteras, los habitantes del municipio mantienen comunicación con las ciudades de Acayucan, Jaltipan, Minatitlán y Coatzacoalcos.

Servicios públicos

Agua

En el municipio existe una gran deficiencia en la instalación de la red de agua potable. Sólo se cuenta con el servicio en la cabecera municipal y en las colonias Díaz Ordaz, Oaxaqueña, Sección 32, Jacarandas, La verónica, 7 de Mayo, Cerro Alto, Agustín Melgar, INFONAVIT Paquital y el Naranjito.

La fuente de abastecimiento proviene de aguas subterráneas por medio de pozos profundos; no existe sistema de desinfección, ya que se considera agua potable.

El sistema de distribución es a base de bombeo y gravedad. La población que carece de agua potable se abastece por medio de pozos particulares.

Electricidad

El municipio cuenta en un 67% con el servicio de electricidad, sin embargo, dentro del casco urbano, se considera el 95% electrificado.

El alumbrado público aún es deficiente, pues tan sólo el 40% de la población tiene el servicio que, además, no tiene mantenimiento.

Dentro del casco urbano existen alrededor de 100 transformadores de tipo IT –DIAM 110/13.8V ubicados en los diferentes asentamientos humanos.

La energía eléctrica con la que se dota al municipio es abastecida por la subestación regional Minatitlán I, a la que llegan líneas de alta tensión de 132Kv y 115 Kv.

Las diferentes industrias establecidas en el casco urbano cuentan con subestaciones particulares.

Drenaje

El municipio de Cosoleacaque se encuentra servido en un 40%, y un 50% no cuenta con el servicio a causa del asentamiento irregular en el área urbana actual. La descarga de aguas servidas llega por medio de tuberías de 10 a 15 cm de diámetro que hace que su desalojo en época de lluvias sea insuficiente. Las colonias que no cuentan con el servicio de drenaje desalojan las aguas negras por medio de arroyos y canales a cielo abierto propiciados por el escurrimiento natural de cada área.

En la zona urbana se cuenta con tres plantas de tratamiento de aguas negras, de las cuales sólo está en servicio la que se encuentra en el complejo petroquímico, siendo insuficiente ya que, cuando se llena, el agua se va directo por el arroyo hasta llegar al Río Coatzacoalcos.

Centros Educativos

En el aspecto educativo, cuenta el municipio con 56 escuelas de enseñanza básica, doce escuelas de enseñanza media y telesecundarias, dos bachilleratos, un CETIS, un CECATIS, un CONALEP de enseñanza media superior y un Instituto Tecnológico de enseñanza superior.

La población analfabeta disminuyó en el periodo de 1960 a 1990 de 55.7% a 27.1%.

Centros de Salud

En cuestión de salud, el municipio cuenta con cuatro clínicas, Cruz roja y un dispensario Médico. En asistencia social, cuenta con guarderías y un albergue infantil.

Vivienda

El crecimiento desmesurado de la población ha provocado el desarrollo desequilibrado de la vivienda en Cosoleacaque, teniendo como consecuencia los tipos de vivienda: buena 2%, regular 49% y popular 49%.

Actualmente, la vivienda en el casco urbano sufre un proceso que está en función del apresurado aumento de la población, ya que, tanto la zona conurbada como la cabecera municipal, cuentan con el tipo de vivienda buena y regular, mientras los asentamientos humanos son de carácter popular.

En 1996, el total de viviendas existentes fue de 8,490, de las cuales, el 99.6% se consideraron viviendas particulares y el 0.4% colectivas. El promedio de ocupantes por vivienda fue de 5.2. Regularmente están construidas con techo de palma y paredes de barro.

Zona de recreo

Uno de los problemas más graves por los que atraviesa el municipio es la falta de espacios abiertos al público, que es nulo salvo tres pequeñas plazas y algunos camellones.

Cuenta con dos zonas dedicadas al deporte, la llamada ciudad deportiva Benito Juárez y canchas deportivas ubicadas al Oriente de la Ciudad.

Hay, sin embargo, clubes privados que ofrecen áreas para deportes y zonas deportivas exclusivas de los trabajadores de PEMEX.

Actividades

Agricultura

Las zonas dedicadas a la agricultura de manera intensiva son pocas y únicamente en áreas ejidales se da la agricultura de subsistencia, siendo ésta de temporal con cultivos anuales principalmente de maíz, arroz, frijol, mango, plátano, naranja y piña.

Ganadería

Se cría, principalmente, ganado bovino, porcino, ovino y caprino.

Pesca

Hay industria de pescadería por el río Coatzacoalcos y el Golfo de México, pero este complejo industrial no tiene emisiones hacia el río, ni por el Golfo, entonces, no lo afectará.

Industriales

Se cuenta con 171 establecimientos industriales, de los cuales destacan respecto al total los siguientes: molinos y tortillerías, fabricación de cortinas y puertas metálicas, fabricación de mosaicos, tubos y similares a base de cemento. También se cuenta con empresas que se dedican a la extracción de arena y grava, así como a la elaboración de los siguientes productos: harina de maíz, café, pan y pasteles, refrescos, vestidos, puertas y ventanas de madera, impresión-encuadernación, gases industriales, fertilizantes, desinfectantes y aromatizantes, velas y veladoras, estructuras metálicas, gomas y fabricación de partes sueltas. Entre las empresas que se dedican a la fabricación de los productos antes mencionados, se encuentran: Embotelladora del Istmo, S.A. de C.V., Embotelladora Tropical, S.A. Embotelladora del Sur, Orange Crush, S.A., Fertilizantes y Productos Agropecuarios, S. De R.L., Fertimex, Petroquivemex, Fenoquimia, Liquid Carbonic de México, Refinería Lázaro Cárdenas (Pemex) y algunas otras.

Tipo de Economía

La economía predominante del área es de Mercado.

La población económicamente activa, en 1995 fue de 21,965 habitantes; ésta se distribuyó, principalmente, en las ramas económicas: el 28.3% en la agricultura y ganadería, el 14.4% en la industria manufacturera, el 8.1% en la construcción y el 28.5% en actividades insuficientemente especificadas.

El sueldo mínimo en el área de influencia es de \$32.27 diarios.

El ingreso medio anual *per capita* es de \$8,000.00 (aproximadamente).

Cambio sociales y económicos

Demanda de mano de obra

Respecto a los requerimientos de personal, se estima que serán cubiertos por los habitantes de la zona, principalmente, de Minatitlán, Coatzacoalcos, Xalapa, Veracruz, Nautla, Acayucan, Casitas, Puebla y la ciudad de México.

Demanda de Servicios

Además de los empleos directos, se tendrá un efecto multiplicador en la economía local al desarrollarse nuevas necesidades de comercio y servicios.

Cambios demográficos (migración o aumento de la población)

Como será empleada prioritariamente mano de obra local, la operación del Complejo Industrial Metionina no inducirá movimientos migratorios ni afectará las tendencias de crecimiento de la población.

Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo

De acuerdo al “Entorno económico de la conurbanización Coatzacoalcos-Minatitlán” y “Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Minatitlán, Veracruz” (SEDUE), la zona donde se encuentra ubicada el Complejo Industrial Metionina está considerada como un centro industrial de primer orden en el país.

En ella se encuentra gran cantidad de industrias, principalmente petroquímicas, lo que determina que el uso de suelo planeado en estos documentos es compatible con el uso industrial programado. Cabe mencionar que, cuando fueron realizados los planes de urbanización citados, se encontraba funcionando la planta productora de Albamex, por lo tanto, el uso planteado no sólo es compatible con estos documentos, sino que se encuentra considerado dentro de los principales objetivos de estos ordenamientos, el alcanzar el equilibrio entre las diferentes actividades urbanas, agrícolas e industriales, así como la optimización del uso de suelo definiendo particularmente las zonas aptas para el crecimiento urbano e industrial.

Así mismo, en estos documentos se declara necesario llevar a cabo acciones de mejoramiento ambiental y restauración ecológica en la zona de la desembocadura del río Coatzacoalcos, como área prioritaria, dadas las condiciones de deterioro ambiental en que se encuentra esta zona pantanosa. La principal problemática en cuanto al uso de suelo planteado en estos documentos es la mala distribución y dotación de servicios del área urbana actual, así como la necesidad de establecer áreas vedadas al poblamiento, ya que existen procesos de ocupación irregular en Cosoleacaque y en Mapachapa, así como dentro de la zona indicada para el desarrollo industrial Norte de la Ciudad de Minatitlán. En cuanto a los documentos “Información básica sobre las áreas naturales protegidas de México” (SEDUE)” y “Directorio de áreas naturales protegidas administradas por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología” (SEDUE) sobre las áreas naturales protegidas en México, no existe traslape alguno entre las áreas de protección establecidas por SEDESOL y la zona propuesta para el desarrollo de este proyecto.

Identificación de impactos ambientales

Construcción

La fase de construcción de esta planta tiene un efecto mínimo en el área, desde que las preparaciones principales han sido tomadas y existe poca circulación de transportes pesados hacia la planta. El impacto de crear 250 empleos es, obviamente, una contribución positiva para la economía de la región, pero en esta zona industrial con 250,000 habitantes el impacto a la economía local no es muy significativo.

Mantenimiento

El mantenimiento será una actividad continua que se llevará a cabo durante la fase de operación y no tendrá un impacto identificable al medio ambiente debido a que no involucra trabajos a gran escala y la limpieza periódica de las plantas generará algunos desperdicios que serán tratados de la manera normal.

Operación

Las causas principales de un impacto negativo al medio ambiente de la región serán:

- Aumento del nivel de emisiones a la atmósfera, aunque éstas se mantendrán bajo los estrictos límites nacionales e internacionales.
- Aumento en la circulación de tráfico pesado. Se estima un promedio de dos a tres camiones diarios.
- Aumento del riesgo de la población local debido a accidentes relacionados con la emisión de gases tóxicos o químicos inflamables.
- Efecto positivo debido a percepciones adicionales que se traerán a la zona; representados por los salarios de los trabajadores del complejo industrial y la compra local de materias primas.

El agua industrial residual será eliminada mediante el uso de un sistema de evaporación y recuperación. Las cantidades de desperdicios de sales sólidas serán no tóxicas y pueden ser desechadas fácilmente y sin peligro al medio ambiente.

Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados

Comparado con el impacto ambiental y los riesgos que prevalecieron en la previa operación de la historia de la planta, el riesgo e impacto ambiental será reducido para su nueva operación.

El complejo industrial está equipado con un expandido sistema contra incendio, aumentando el número de monitores de agua (24), y la capacidad de suministrar espuma de alcohol desde cada punto. Además, en las áreas donde se almacenan químicos volátiles, cada tanque tiene un sistema de *spray* de agua para mantener los tanques con una temperatura fría, reducir la evaporación y apagar los fuegos. Extinguidores manuales de CO₂ están montados cerca del equipo eléctrico como bombas y motores.

El nuevo proceso ha sido diseñado para mantener niveles muy altos de seguridad. Las plantas, normalmente, trabajan a presión positiva de una a dos atmósferas. Todas las plantas trabajan a presiones que son ligeramente menores a la presión atmosférica, excepto en las regiones de bombas para recirculación del líquido. Los flujos líquidos están bien diluidos y contienen pequeñas cantidades de material tóxico. Estas medidas significan que esta nueva planta no pueden ser considerada de alto riesgo. Irónicamente, los accidentes con estos materiales han sido asociados con el almacenamiento del producto final. Almacenando lo menos posible y eliminando el transporte de los materiales, estos problemas han sido reducidos dramáticamente.

En el caso de un accidente serio relacionado con la fuga de materiales tóxicos, ERA se ha unido al Comité de Seguridad Industrial Local adoptando un plan de emergencia para enfrentar los inconvenientes de los escenarios.

La cantidad de desperdicio que generará el complejo industrial es bastante reducido, usando lo último en tecnología de catalizadores para la eficiente oxidación de desperdicios orgánicos. Los residuos de agua industria se eliminarán reciclando agua de enfriamiento, la evaporación y recuperación de agua de desecho tratada. Los registros históricos de la previa operación indican un consumo de agua de 50T/hr, lo cual fue reducido a menos de 10T/hr, de esta manera se reduce el impacto del flujo de agua de desecho así como la carga a las reservas locales.

8) EVALUACIÓN FINANCIERA**a) Método empleado**

El método empleado para la evaluación financiera fue detallado: es decir, se elaboraron los presupuestos de cada uno de los factores involucrados en la obtención del flujo de efectivo.

Se utilizó la tasa interna de retorno como instrumento de decisión siendo, de 25% el valor mínimo aceptado

b) Propósito

El propósito de esta evaluación financiera es el soportar una solicitud de inversión para el proyecto de Sulfato de Sodio.

c) Precisión

En función de la información utilizada y de los datos de mercado obtenidos se considera una precisión del +/- 5%.

d) Información

La información utilizada para la evaluación financiera fue la siguiente:

- ✧ Estimación de costos
- ✧ Estudio de mercado y carta de intención de con clientes-proveedores
- ✧ Cotizaciones de materiales y costos de servicios auxiliares
- ✧ Programa de fechas clave del proyecto
- ✧ Escenarios de variables no controlables
- ✧ Estimación de precios de venta
- ✧ Consumo de servicios y balances de materia y energía
- ✧ Requerimientos de mano de obra y gastos existentes

e) Fecha base y proyección

Se considera enero de 2004 como base de inicio del proyecto y para efectos de evaluación agosto de 2005 como fecha de arranque.

Por lo que 2006 será el primer año de operación de la planta, con una vida útil de evaluación de 10 años.

f) Premisas de entorno**i) Capital**

El capital invertido en el proyecto será 100% aportado por de los inversionistas.

ii) Divisas

Se considera la paridad durante el proyecto, es decir de 12.21 \$/USD

iii) Premisas

- Se considera que el precio de venta y de compra de producto terminado, se mantiene constante en el tiempo.
- Para efectos de evaluación se considera que la inflación se mantiene constante durante el período de evaluación.
- No se prevén cambios de alcance.
- Se proyectan 4 años para alcanzar el 100% de producción y ventas.
- Se tomaron como base los niveles de servicios auxiliares, rendimiento y costos de mano de obra directa e indirecta, que se mantienen con la planta nueva.
- Se considera en caja un mes de los sueldos y salarios del personal sindicalizado y de confianza.
- Se considera depreciación lineal de 10 años, 10 % anual.
- No se considera pérdida de participación en los mercados existentes.
- El mantenimiento será en proporción directa al que se tiene actualmente
- Los seguros se pagaran en proporción directa.
- Los gastos de venta y distribución son proporcionales al nivel de ventas; tomando como referencia los que genere la planta nueva.
- No se consideran pagos de regalías.

iv) Herramienta de cálculo

Se utilizó Excel Microsoft Office par Windows XP con todas sus funciones financieras y matemáticas para sintetizar el procedimiento de cálculo, el cual se ilustra a continuación.

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	EQUIPO	SUPERVISIÓN		P.U. (USD)	IMPORTE (USD)
					10%	30%		
INSTALACION DE EQUIPOS PRINCIPALES				PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD		
EQP 1	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-104/IC-105 PARA SISTEMA DE EVAPORACIÓN CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	2.00	\$23,740.23	\$2,374.02	\$7,834.28	\$33,948.53	\$67,897.06
EQP 2	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-107/IC-108 PARA SISTEMA CRISTALIZACIÓN CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316..	PZA.	2.00	\$23,740.23	\$2,374.02	\$7,834.28	\$33,948.53	\$67,897.06
EQP 3	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-101 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316..	PZA.	1.00	\$27,651.75	\$2,765.18	\$9,125.08	\$39,542.00	\$39,542.00
EQP 4	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-102 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 230 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$27,651.75	\$2,765.18	\$9,125.08	\$39,542.01	\$39,542.01
EQP 5	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-103 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$27,651.75	\$2,765.18	\$9,125.08	\$39,542.01	\$39,542.01
EQP 6	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS PARA CRISTALIZACIÓN CZ-101 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$27,651.75	\$2,765.18	\$9,125.08	\$39,542.01	\$39,542.01
EQP 7	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE PRECALENTADOR IC-100 CON CAPACIDA DE AREA DE TRASFERENCIA DE CALOR DE 21.3 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$23,740.23	\$2,374.02	\$7,834.28	\$33,948.53	\$33,948.53
EQP 8	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE INCINERADOR ROTATORIO , CON CAPACIDAD DE 3,000,000.00 BTU FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO REFRACTARIO.	PZA.	1.00	\$287,495.08	\$28,749.51	\$94,873.37	\$411,117.96	\$411,117.96
EQP 9	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE CRISTALIZADOR CZ-101 , CON CAPACIDAD PARA 3,000 LTS, FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316	PZA.	1.00	\$27,739.88	\$2,773.99	\$9,154.16	\$39,668.03	\$39,668.03
EQP 10	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE ALIMENTACIÓN AV-101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$7,971.68	\$797.17	\$2,630.65	\$11,399.50	\$11,399.50
EQP 11	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE FLASH FV101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$7,971.68	\$797.17	\$2,630.65	\$11,399.50	\$11,399.50
EQP 12	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE FLASH, FV-102 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$7,971.68	\$797.17	\$2,630.65	\$11,399.50	\$11,399.50
EQP 13	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE FLASH, FV-103 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$7,971.68	\$797.17	\$2,630.65	\$11,399.50	\$11,399.50
EQP 14	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES AV-103 , CON CAPACIDAD DE 3,000 LTS FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$7,530.68	\$753.07	\$2,485.12	\$10,768.87	\$10,768.87
EQP 15	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE SILO DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES , CON CAPACIDAD DE 4500 KG/H FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$7,530.68	\$753.07	\$2,485.12	\$10,768.87	\$10,768.87

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	EQUIPO	SUPERVISIÓN 10%	INDIRECTOS 30%	P.U. (USD)	IMPORTE (USD)
INSTALACION DE EQUIPOS PRINCIPALES				PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD		
EQP 16	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE UNIDAD DE LAVADORA DE GASES DE COMBUSTIÓN , CON CAPACIDAD PARA 50 LPH, FABRICADO EN FIBRA DE VIDRIO TRAMADA.	PZA.	1.00	\$23,395.42	\$2,339.54	\$7,720.49	\$33,455.45	\$33,455.45
EQP 17	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE CENTRIFUGA , CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 200 KGS.	PZA.	1.00	13,419.00	\$1,341.90	\$4,428.27	\$19,189.17	\$19,189.17
EQP 18	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE AGITADOR TANQUE , CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 3,000 LTS.	PZA.	1.00	\$2,730.00	\$273.00	\$900.90	\$3,903.90	\$3,903.90
EQP 19	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-100 DE ALIMENTACIÓN, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$2,667.00	\$266.70	\$880.11	\$3,813.81	\$3,813.81
EQP 20	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-101 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-101, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$2,667.00	\$266.70	\$880.11	\$3,813.81	\$3,813.81
EQP 21	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-102 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-102, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$2,667.00	\$266.70	\$880.11	\$3,813.81	\$3,813.81
EQP 22	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-103 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-103, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$2,667.00	\$266.70	\$880.11	\$3,813.81	\$3,813.81
EQP 23	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-104 DE REFLUJO DEL CRISTALIZADOR CZ-101, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$2,667.00	\$266.70	\$880.11	\$3,813.81	\$3,813.81
EQP 24	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-105 DEL TANQUE FV-103 CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$2,667.00	\$266.70	\$880.11	\$3,813.81	\$3,813.81
EQP 25	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-106 DE DESCARGA CENTRIFUGA CF-101 CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$2,667.00	\$266.70	\$880.11	\$3,813.81	\$3,813.81
EQP 26	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-107 DE ALIMENTACIÓN SOSA CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$2,667.00	\$266.70	\$880.11	\$3,813.81	\$3,813.81
EQP 27	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE MOTOR A PRUEBA DE EXPLOSION DE AGITADOR DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES , CON CAPACIDAD DE 1 HP @ 127/220V, 2F, 60 HZ..	PZA.	1.00	\$707.70	\$70.77	\$233.54	\$1,012.01	\$1,012.01
EQP 28	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE MOTOR A PRUEBA DE BOMBAS , CON CAPACIDAD DE 1 HP @ 127/220V, 2F, 60 HZ..	PZA.	8.00	\$707.70	\$70.77	\$233.54	\$1,012.01	\$8,096.09
EQP 29	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TRANSPORTADOR NEUMÁTICO , CON CAPACIDAD DE 4500 KG/H FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$3,436.83	\$343.68	\$1,134.15	\$4,914.66	\$4,914.66
(Novecientos cuarenta y seis mil novecientos catorce Dólares Americanos 13/100 CyUSD)								\$946,914.13

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	MATERIALES + TRANSPORTE	M. O. INST. CONSUMIBLES	SUPERVISIÓN 30%	IMPORTE
INSTALACION DE SISTEMAS DE TUBERIAS PARA INTERCONEXION DE EQUIPOS				PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD	
TUB 1	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-104/IC-105 PARA SISTEMA DE VACIO EN LA EVAPORACIÓN CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	2.00	\$2,848.83	\$142.44	\$897.38	\$3,888.65
TUB 2	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-107/IC-108 PARA SISTEMA DE VACIO EN LA CRISTALIZACIÓN CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	2.00	\$2,848.83	\$142.44	\$897.38	\$3,888.65
TUB 3	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-101 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$3,318.21	\$165.91	\$1,045.24	\$4,529.36
TUB 4	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-102 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 230 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$3,318.21	\$165.91	\$1,045.24	\$4,529.36
TUB 5	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-103 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$3,318.21	\$165.91	\$1,045.24	\$4,529.36
TUB 6	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS PARA CRISTALIZACIÓN CZ-101 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$3,318.21	\$165.91	\$1,045.24	\$4,529.36
TUB 7	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE PRECALENTADOR IC-100 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$2,848.83	\$142.44	\$897.38	\$3,888.65
TUB 8	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE INCINERADOR ROTATORIO , CON CAPACIDAD DE 3,000,000.00 BTU FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO REFRACTARIO.	PZA.	1.00	\$34,499.41	\$1,724.97	\$10,867.31	\$47,091.69
TUB 9	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE CRISTALIZADOR CZ-101 , CON CAPACIDAD PARA 3,000 LTS, FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316	PZA.	1.00	\$3,328.79	\$166.44	\$1,048.57	\$4,543.79
TUB 10	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE ALIMENTACIÓN AV-101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$956.60	\$47.83	\$301.33	\$1,305.76
TUB 11	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE FLASH FV101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$956.60	\$47.83	\$301.33	\$1,305.76
TUB 12	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE FLASH, FV-102 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$956.60	\$47.83	\$301.33	\$1,305.76
TUB 13	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE FLASH, FV-103 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$956.60	\$47.83	\$301.33	\$1,305.76
TUB 14	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES AV-103 , CON CAPACIDAD DE 3,000 LTS FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$903.68	\$45.18	\$284.66	\$1,233.52

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	MATERIALES + TRANSPORTE	M. O. INST. CONSUMIBLES	SUPERVISIÓN 30%	IMPORTE
INSTALACION DE SISTEMAS DE TUBERIAS PARA INTERCONEXION DE EQUIPOS				PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD	
TUB 15	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE SILO DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES , CON CAPACIDAD DE 4500 KG/H FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$903.68	\$45.18	\$284.66	\$1,233.52
TUB 16	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE UNIDAD DE LAVADORA DE GASES DE COMBUSTIÓN , CON CAPACIDAD PARA 50 LPH, FABRICADO EN FIBRA DE VIDRIO TRAMADA.	PZA.	1.00	\$2,807.45	\$140.37	\$884.35	\$3,832.17
TUB 17	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE CENTRIFUGA , CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 200 KGS.	PZA.	1.00	\$1,610.28	\$80.51	\$507.24	\$2,198.03
TUB 18	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE AGITADOR TANQUE , CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 3,000 LTS.	PZA.	1.00	\$327.60	\$16.38	\$103.19	\$447.17
TUB 19	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-100 DE ALIMENTACIÓN , CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$320.04	\$16.00	\$100.81	\$436.85
TUB 20	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-101 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-101, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$320.04	\$16.00	\$100.81	\$436.85
TUB 21	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-102 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-102, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$320.04	\$16.00	\$100.81	\$436.85
TUB 22	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-103 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-103, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$320.04	\$16.00	\$100.81	\$436.85
TUB 23	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-104 DE REFLUJO DEL CRISTALIZADOR CZ-101, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$320.04	\$16.00	\$100.81	\$436.85
TUB 24	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-105 DEL TANQUE FV-103 CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$320.04	\$16.00	\$100.81	\$436.85
TUB 25	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-106 DE DESCARGA CENTRIFUGA CF-101 CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$320.04	\$16.00	\$100.81	\$436.85
TUB 26	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE BOMBA P-107 DE ALIMENTACIÓN SOSA CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$320.04	\$16.00	\$100.81	\$436.85
TUB 27	INTERCONEXIONES, ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE ACERO INOXIDABLE ASTM A-270 GR. TP-316 L, CON COSTURA PULIDO MECÁNICO INTERNO 180 GRIT (25 Ra), , PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TRANSPORTADOR NEUMÁTICO , CON CAPACIDAD DE 4500 KG/H FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$412.42	\$20.62	\$129.91	\$562.95
(Noventa y nueve mil seis cientos cuarenta y cuatro Dólares Americanos 12/100 CyUSD)							\$99,644.12

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	MATERIALES + TRANSPORTE	M. O. INST. EQUIPO	SUPERVISIÓN (30%)	IMPORTE
INSTALACION DE CONCRETO				PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD	
CON 1	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-104/IC-105 PARA SISTEMA DE VACIO EN LA EVAPORACIÓN CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316..	PZA.	2.00	\$4,035.84	\$484.30	\$1,356.04	\$5,876.18
CON 2	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-107/IC-108 PARA SISTEMA DE VACIO EN LA CRISTALIZACIÓN CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316..	PZA.	2.00	\$4,035.84	\$484.30	\$1,356.04	\$5,876.18
CON 3	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-101 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316..	PZA.	1.00	\$4,700.80	\$564.10	\$1,579.47	\$6,844.36
CON 4	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-102 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 230 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,700.80	\$564.10	\$1,579.47	\$6,844.36
CON 5	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-103 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,700.80	\$564.10	\$1,579.47	\$6,844.36
CON 6	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS PARA CIRSTALIZACIÓN CZ-101 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,700.80	\$564.10	\$1,579.47	\$6,844.36
CON 7	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE PRECALENTADOR IC-100 CON CAPACIDA DE AREA DE TRASFERENCIA DE CALOR DE 21.3 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,035.84	\$484.30	\$1,356.04	\$5,876.18
CON 8	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE INCINERADOR ROTATORIO , CON CAPACIDAD DE 3,000,000.00 BTU FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO REFRACTARIO.	PZA.	1.00	\$48,874.16	\$5,864.90	\$16,421.72	\$71,160.78
CON 9	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE TANQUE CRISTALIZADOR CZ-101 , CON CAPACIDAD PARA 3,000 LTS, FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316	PZA.	1.00	\$4,715.78	\$565.89	\$1,584.50	\$6,866.18
CON 10	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE TANQUE ALIMENTACIÓN AV-101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,355.18	\$162.62	455.34	\$1,973.15
CON 11	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE TANQUE FLASH FV101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,355.18	\$162.62	455.34	\$1,973.15
CON 12	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE TANQUE FLASH, FV-102 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,355.18	\$162.62	455.34	\$1,973.15
CON 13	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE TANQUE FLASH, FV-103 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,355.18	\$162.62	455.34	\$1,973.15
CON 14	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES AV-103 , CON CAPACIDAD DE 3,000 LTS FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$1,280.21	\$153.63	430.15	\$1,863.99
CON 15	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE SILO DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES , CON CAPACIDAD DE 4500 KG/H FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$1,280.21	\$153.63	430.15	\$1,863.99
CON 16	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE UNIDAD DE LAVADORA DE GASES DE COMBUSTION , CON CAPACIDAD PARA 50 LPH, FABRICADO EN FIBRA DE VIDRIO TRAMADA.	PZA.	1.00	\$3,977.22	\$477.27	\$1,336.35	\$5,790.83

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	MATERIALES + TRANSPORTE	M. O. INST. EQUIPO	SUPERVISIÓN (30%)	IMPORTE
INSTALACION DE CONCRETO				PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD	
CON 17	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE CENTRIFUGA , CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 200 KGS.	PZA.	1.00	\$2,281.23	\$273.75	\$766.49	\$3,321.47
CON 18	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE BOMBA P-100 DE ALIMENTACIÓN , CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$464.10	\$55.69	\$155.94	\$675.73
CON 19	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE BOMBA P-101 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-101, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$453.39	\$54.41	\$152.34	\$660.14
CON 20	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE BOMBA P-102 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-102, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$453.39	\$54.41	\$152.34	\$660.14
CON 21	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE BOMBA P-103 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-103, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$453.39	\$54.41	\$152.34	\$660.14
CON 22	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE BOMBA P-104 DE REFLUJO DEL CRISTALIZADOR CZ-101, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$453.39	\$54.41	\$152.34	\$660.14
CON 23	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE BOMBA P-105 DEL TANQUE FV-103 CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$453.39	\$54.41	\$152.34	\$660.14
CON 24	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE BOMBA P-106 DE DESCARGA CENTRIFUGA CF-101 CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$453.39	\$54.41	\$152.34	\$660.14
CON 25	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE BOMBA P-107 DE ALINMENTACIÓN SOSA CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$453.39	\$54.41	\$152.34	\$660.14
CON 26	PREPARACIÓN DEL SITIO Y BASE DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE TRANSPORTADOR NEUMÁTICO , CON CAPACIDAD DE 4500 KG/H FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$453.39	\$54.41	\$152.34	\$660.14
(Ciento cuarenta y nueve mil setecientos veintidos Dólares Americanos 65/100 CyUSD)							\$149,722.65

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	MATERIALES + TRANSPORTE	M. O. INST. EQUIPO	SUPERVISIÓN (30%)	IMPORTE
INSTALACION DE ACERO				PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD	
ACE 1	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-104/IC-105 PARA SISTEMA DE VACIO EN LA EVAPORACION CON CAPACIDAD DE UN AREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	2.00	\$4,095.19	\$206.29	\$1,290.45	\$5,591.93
ACE 2	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-107/IC-108 PARA SISTEMA DE VACIO EN LA CRISTALIZACION CON CAPACIDAD DE UN AREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	2.00	\$4,095.19	\$206.29	\$1,290.45	\$5,591.93
ACE 3	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-101 CON CAPACIDAD DE UN AREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,769.93	\$240.28	\$1,503.06	\$6,513.27
ACE 4	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-102 CON CAPACIDAD DE UN AREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 230 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,769.93	\$240.28	\$1,503.06	\$6,513.28
ACE 5	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-103 CON CAPACIDAD DE UN AREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,769.93	\$240.28	\$1,503.06	\$6,513.28
ACE 6	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-102 PARA CRISTALIZACION C2-101 CON CAPACIDAD DE UN AREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,769.93	\$240.28	\$1,503.06	\$6,513.28
ACE 7	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA PRECALENTADOR IC-100 CON CAPACIDA DE AREA DE TRASFERENCIA DE CALOR DE 21.3 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,095.19	\$206.29	\$1,290.45	\$5,591.93
ACE 8	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA INCINERADOR ROTATORIO CON CAPACIDAD DE 3,000,000.00 BTU FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO REFRACTARIO.	PZA.	1.00	\$49,592.90	\$2,498.24	\$15,627.34	\$67,718.48
ACE 9	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA TANQUE CRISTALIZADOR CZ-101 , CON CAPACIDAD PARA 3,000 LTS, FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316	PZA.	1.00	\$4,785.13	\$241.05	\$1,507.85	\$6,534.03
ACE 10	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA TANQUE ALIMENTACIÓN AV-101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,375.11	\$69.27	433.32	\$1,877.70
ACE 11	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA TANQUE FLASH FV101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,375.11	\$69.27	433.32	\$1,877.70
ACE 12	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA TANQUE FLASH, FV-102 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,375.11	\$69.27	433.32	\$1,877.70
ACE 13	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA TANQUE FLASH, FV-103 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,375.11	\$69.27	433.32	\$1,877.70
ACE 14	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES AV-103 , CON CAPACIDAD DE 3,000 LTS FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$1,299.04	\$65.44	409.34	\$1,773.82
ACE 15	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA SILO DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES , CON CAPACIDAD DE 4500 KGH FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$1,299.04	\$65.44	409.34	\$1,773.82
ACE 16	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA UNIDAD DE LAVADORA DE GASES DE COMBUSTIÓN , CON CAPACIDAD PARA 50 LPH, FABRICADO EN FIBRA DE VIDRIO TRAMADA.	PZA.	1.00	\$4,035.71	\$203.30	\$1,271.70	\$5,510.71

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	MATERIALES + TRANSPORTE	M. O. INST. EQUIPO	SUPERVISIÓN (30%)	IMPORTE
INSTALACION DE ACERO				PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD	
ACE 17	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA CENTRIFUGA , CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 200 KGS.	PZA.	1.00	\$2,314.78	\$116.61	\$729.42	\$3,160.80
ACE 18	SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE AGITADOR TANQUE , CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 3,000 LTS.	PZA.	1.00	\$470.93	\$23.72	\$148.39	\$643.04
ACE 19	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA BOMBA P-100 DE ALIMENTACIÓN , CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$460.06	\$23.18	\$144.97	\$628.20
ACE 20	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA DE BOMBA P-101 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-101, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$460.06	\$23.18	\$144.97	\$628.20
ACE 21	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA BOMBA P-102 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-102, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$460.06	\$23.18	\$144.97	\$628.20
ACE 22	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA BOMBA P-103 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-103, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$460.06	\$23.18	\$144.97	\$628.20
ACE 23	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA BOMBA P-104 DE REFLUJO DEL CRISTALIZADOR CZ-101, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$460.06	\$23.18	\$144.97	\$628.20
ACE 24	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA BOMBA P-105 DEL TANQUE FV-103 CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$460.06	\$23.18	\$144.97	\$628.20
ACE 25	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA BOMBA P-106 DE DESCARGA CENTRIFUGA CF-101 CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$460.06	\$23.18	\$144.97	\$628.20
ACE 26	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA BOMBA P-107 DE ALIMENTACIÓN SOSA CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$460.06	\$23.18	\$144.97	\$628.20
ACE 27	INSTALACION DE SOPORTES EN ACERO AL CARBÓN PARA TRANSPORTADOR NEUMÁTICO , CON CAPACIDAD DE 4500 KG/H FABRICADO EN ACERO AL CARBÓN CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$592.85	\$29.86	\$186.82	\$809.53
(Ciento cuarenta y tres mil doscientos ochenta y nueve Dólares Americanos 56/100 CyUSD)							\$143,289.56

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	EQUIPO		M. O. INST. EQUIPO	SUPERVISIÓN (30%)	IMPORTE
				+ TRANSPORTE	15%			
INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO				PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD		
ELE 1	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-104/IC-105 PARA SISTEMA DE VACIO EN LA EVAPORACIÓN CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316..	PZA.	2.00	\$3,442.33	\$186.21	\$1,088.56	\$4,717.10	
ELE 2	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-107/IC-108 PARA SISTEMA DE VACIO EN LA CRISTALIZACIÓN CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316..	PZA.	2.00	\$3,442.33	\$186.21	\$1,088.56	\$4,717.10	
ELE 3	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-101 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316..	PZA.	1.00	\$4,009.50	\$216.89	\$1,267.92	\$5,494.31	
ELE 4	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-102 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 230 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,009.50	\$216.89	\$1,267.92	\$5,494.31	
ELE 5	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-103 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,009.50	\$216.89	\$1,267.92	\$5,494.31	
ELE 6	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS PARA CRISTALIZACIÓN CZ-101 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$4,009.50	\$216.89	\$1,267.92	\$5,494.31	
ELE 7	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE PRECALENTADOR IC-100 CON CAPACIDAD DE AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE 21.3 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$3,442.33	\$186.21	\$1,088.56	\$4,717.10	
ELE 8	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE INCINERADOR ROTATORIO , CON CAPACIDAD DE 3,000,000.00 BTU FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO REFRACTARIO.	PZA.	1.00	\$41,686.79	\$2,254.95	\$13,182.52	\$57,124.26	
ELE 9	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE TANQUE CRISTALIZADOR CZ-101 , CON CAPACIDAD PARA 3,000 LTS, FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316	PZA.	1.00	\$4,022.28	\$217.58	\$1,271.96	\$5,511.82	
ELE 10	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE TANQUE ALIMENTACIÓN AV-101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,155.89	\$62.53	\$365.53	\$1,583.94	
ELE 11	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE TANQUE FLASH FV101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,155.89	\$62.53	\$365.53	\$1,583.94	
ELE 12	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE TANQUE FLASH, FV-102 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,155.89	\$62.53	\$365.53	\$1,583.94	
ELE 13	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE TANQUE FLASH, FV-103 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$1,155.89	\$62.53	\$365.53	\$1,583.94	
ELE 14	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES AV-103 , CON CAPACIDAD DE 3,000 LTS FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$1,091.95	\$59.07	\$345.30	\$1,496.32	
ELE 15	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE SILO DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES , CON CAPACIDAD DE 4500 KG/H FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$1,091.95	\$59.07	\$345.30	\$1,496.32	

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
 PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	EQUIPO	M. O. INST.	SUPERVISIÓN	IMPORTE
				+ TRANSPORTE	EQUIPO	(30%)	
				15%	5%		
	INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO			PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD	
ELE 16	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE UNIDAD DE LAVADORA DE GASES DE COMBUSTIÓN, CON CAPACIDAD PARA 50 LPH, FABRICADO EN FIBRA DE VIDRIO TRAMADA.	PZA.	1.00	\$3,392.34	\$183.50	\$1,072.75	\$4,648.59
ELE 17	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA INSTRUMENTOS DE CENTRIFUGA, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 200 KGS.	PZA.	1.00	\$1,945.76	\$105.25	\$615.30	\$2,666.31
ELE 19	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA MOTOR A PRUEBA DE BOMBAS, CON CAPACIDAD DE 1 HP @ 127/220V, 2F, 60 HZ.	PZA.	8.00	\$102.62	\$5.55	\$32.45	\$140.62
ELE 20	INSTALACION E INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS PARA TRANSPORTADOR NEUMÁTICO, CON CAPACIDAD DE 4500 KG/H FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$498.34	\$26.96	\$157.59	\$682.89
(Ciento dieciseis mil dos cientos treinta y un Dólares Americanos 41/100 CyUSD)							\$116,231.41

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	EQUIPO	SUPERVISIÓN 10%	INDIRECTOS 30%	IMPORTE (USD)
INSTALACION DE INSTRUMENTACIÓN				PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD	
INSTR 1	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-104/IC-105 PARA SISTEMA DE EVAPORACIÓN CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	2.00	\$2,374.02	\$237.40	\$783.43	\$3,394.85
INSTR 2	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA CONDENSADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-107/IC-108 PARA SISTEMA CRISTALIZACIÓN CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316..	PZA.	2.00	\$2,374.02	\$237.40	\$783.43	\$3,394.85
INSTR 3	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-101 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 204 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316..	PZA.	1.00	\$2,765.18	\$276.52	\$912.51	\$3,954.20
INSTR 4	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-102 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 230 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$2,765.18	\$276.52	\$912.51	\$3,954.20
INSTR 5	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS IC-103 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$2,765.18	\$276.52	\$912.51	\$3,954.20
INSTR 6	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA EVAPORADOR VERTICAL DE TUBOS LARGOS PARA CIRSTALIZACIÓN CZ-101 CON CAPACIDAD DE UN ÁREA DE TRANSFERENCIAI DE CALOR DE 201 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$2,765.18	\$276.52	\$912.51	\$3,954.20
INSTR 7	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA PRECALENTADOR IC-100 CON CAPACIDA DE AREA DE TRASFERENCIA DE CALOR DE 21.3 FT2, FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$2,374.02	\$237.40	\$783.43	\$3,394.85
INSTR 8	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA INCINERADOR ROTATORIO , CON CAPACIDAD DE 3,000,000.00 BTU FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO REFRACTARIO.	PZA.	1.00	\$28,749.51	\$2,874.95	\$9,487.34	\$41,111.80
INSTR 9	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA TANQUE CRISTALIZADOR CZ-101 , CON CAPACIDAD PARA 3,000 LTS, FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316	PZA.	1.00	\$2,773.99	\$277.40	\$915.42	\$3,966.80
INSTR 10	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA TANQUE ALIMENTACIÓN AV-101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$797.17	\$79.72	\$263.07	\$1,139.95
INSTR 11	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA TANQUE FLASH FV101 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$797.17	\$79.72	\$263.07	\$1,139.95
INSTR 12	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA TANQUE FLASH, FV-102 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$797.17	\$79.72	\$263.07	\$1,139.95
INSTR 13	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA TANQUE FLASH, FV-103 , CON CAPACIDAD DE 1,000 LTS FABRICADO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316, ACABADO PULIDO INTRERIOR 20 RA.	PZA.	1.00	\$797.17	\$79.72	\$263.07	\$1,139.95
INSTR 14	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES AV-103 , CON CAPACIDAD DE 3,000 LTS FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$753.07	\$75.31	\$248.51	\$1,076.89
INSTR 15	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA SILO DE ALMACENAMIENTO DE CRISTALES , CON CAPACIDAD DE 4500 KG/H FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$753.07	\$75.31	\$248.51	\$1,076.89

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	EQUIPO	SUPERVISIÓN 10%	INDIRECTOS 30%	IMPORTE (USD)
INSTALACION DE INSTRUMENTACIÓN				PRECIOS EN USD		PRECIOS EN USD	
INSTR 16	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA UNIDAD DE LAVADORA DE GASES DE COMBUSTIÓN, CON CAPACIDAD PARA 50 LPH, FABRICADO EN FIBRA DE VIDRIO TRAMADA.	PZA.	1.00	\$2,339.54	\$233.95	\$772.05	\$3,345.55
INSTR 17	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA CENTRIFUGA, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 200 KGS.	PZA.	1.00	\$1,341.90	\$134.19	\$442.83	\$1,918.92
INSTR 18	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA AGITADOR TANQUE, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 3,000 LTS.	PZA.	1.00	\$273.00	\$27.30	\$90.09	\$390.39
INSTR 19	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA BOMBA P-100 DE ALIMENTACIÓN, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$266.70	\$26.67	\$88.01	\$381.38
INSTR 20	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA BOMBA P-101 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-101, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$266.70	\$26.67	\$88.01	\$381.38
INSTR 21	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA BOMBA P-102 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-102, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$266.70	\$26.67	\$88.01	\$381.38
INSTR 22	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA BOMBA P-103 DE ALIMENTACION DEL EVAPORADOR IC-103, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$266.70	\$26.67	\$88.01	\$381.38
INSTR 23	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA BOMBA P-104 DE REFLUJO DEL CRISTALIZADOR CZ-101, CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$266.70	\$26.67	\$88.01	\$381.38
INSTR 24	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA BOMBA P-105 DEL TANQUE FV-103 CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$266.70	\$26.67	\$88.01	\$381.38
INSTR 25	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA BOMBA P-106 DE DESCARGA CENTRIFUGA CF-101 CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$266.70	\$26.67	\$88.01	\$381.38
INSTR 26	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA BOMBA P-107 DE ALIMENTACIÓN SOSA CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 20 GPM.	PZA.	1.00	\$266.70	\$26.67	\$88.01	\$381.38
INSTR 27	SUMINISTRO E INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN, TEMPERATURA, NIVEL Y FLUJO PARA TRANSPORTADOR NEUMÁTICO, CON CAPACIDAD DE 4500 KG/H FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO INTERIOR (CLAD) EN ACERO INOXIDABLE SS-316.	PZA.	1.00	\$343.68	\$34.37	\$113.42	\$491.47
(Ochenta y seis mil novecientos noventa Dólares Americanos 90/100 CyUSD)							\$86,990.90

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID	CANT	P.U.	IMPORTE
CONSTRUCCION DE INSTALACIONES FISICAS				PRECIOS EN USD	
CONS 1	CONSTRUCCION Y ENTREGA DE EDIFICIO DE OFICINAS Y SERVICIOS ADMINISTRATIVOS , EL CUAL TIENE UNA SUPERFICIE TOTAL DE 228 M2 , ACABADOS CONVENCIONALES (CON MATERIALES LOCALES), UNA ALTURA MÁXIMA DE 2.75, SIN AIRE ACONDICIONADO NI CALEFACCION, HERRERIA Y PUERTAS DE ALUMINIO, VIDRIOS DE 5MM Y ALFOMBRA EN PISOS.	M2	263.84	\$653.85	\$172,510.77
CONS 2	CONSTRUCCION Y ENTREGA DE OFICINA DE PRODUCCION , EL CUAL TIENE UNA SUPERFICIE TOTAL DE 60 M2 , ACABADOS CONVENCIONALES (CON MATERIALES LOCALES), UNA ALTURA MÁXIMA DE 2.75, SIN AIRE ACONDICIONADO NI CALEFACCION, HERRERIA Y PUERTAS DE ALUMINIO, VIDRIOS DE 5MM Y CERAMICA EN PISOS.	M2	8.00	\$653.85	\$5,230.77
CONS 3	CONSTRUCCION Y ENTREGA DE AREA DE LABORATORIO , EL CUAL TIENE UNA SUPERFICIE TOTAL DE 86 M2 , ACABADOS CONVENCIONALES (CON MATERIALES LOCALES), UNA ALTURA MÁXIMA DE 2.75, SIN AIRE ACONDICIONADO NI CALEFACCION, HERRERIA Y PUERTAS DE ALUMINIO, VIDRIOS DE 5MM, SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO, SISTEMA DE EXTRACCION PARA CAMPANAS, PISOS CON TERMINADO EPOXICO, TOMAS DE GAS, VACIO, AGUA Y SISTEMA CONTRA INCENDIO.	M2	11.76	\$961.54	\$11,307.69
CONS 4	CONSTRUCCION Y ENTREGA DE NAVE DE PRODUCCION , EL CUAL TIENE UNA SUPERFICIE TOTAL DE 548 M2 , ACABADOS CONVENCIONALES (CON MATERIALES LOCALES), UNA ALTURA MÁXIMA DE 6.5, TECHADA CON PANEL DE 2" ESP. A DESNIVEL TIPO DIENTE DE SIERRA, ESTRUCTURA TIPO I SUJETADAS A PISO MEDIANTE PLACA DE 1/4" CON BIRLOS DE 1/2" DE ALTA RESISTENCIA, PISO EN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA Y ACABADO EN EPOXICO.	M2	855.08	\$692.31	\$591,979.99
CONS 5	CONSTRUCCION Y ENTREGA DE ALMACEN DE MATERIA PRIMA , EL CUAL TIENE UNA SUPERFICIE TOTAL DE 57 M2 , ACABADOS CONVENCIONALES (CON MATERIALES LOCALES), UNA ALTURA MÁXIMA DE 3.5, PISO EN ACABADO EPOXICO.	M2	56.94	\$730.77	\$41,610.00
CONS 6	CONSTRUCCION Y ENTREGA DE ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO , EL CUAL TIENE UNA SUPERFICIE TOTAL DE 57 M2 , ACABADOS CONVENCIONALES (CON MATERIALES LOCALES), UNA ALTURA MÁXIMA DE 3.5, PISO EN ACABADO EPOXICO. INCLUYE UN AREA CLASE 100,000 (EPA) PARA PESADO DE PRODUCTO TERMINADO.	M2	56.94	\$730.77	\$41,610.00
CONS 7	CONSTRUCCION Y ENTREGA DE AREA DE DESPERDICIOS , EL CUAL TIENE UNA SUPERFICIE TOTAL DE 20 M2 , ACABADOS CONVENCIONALES (CON MATERIALES LOCALES), UNA ALTURA MÁXIMA DE 6.5, TECHADA CON PANEL DE 2" ESP. A DESNIVEL TIPO DIENTE DE SIERRA, ESTRUCTURA TIPO I SUJETADAS A PISO MEDIANTE PLACA DE 1/4" CON BIRLOS DE 1/2" DE ALTA RESISTENCIA Y PISO EN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA.	M2	20.00	\$384.62	\$7,692.31
CONS 8	CONSTRUCCION Y ENTREGA DE AREA DE ZONA DE CARGA Y DESCARGA , EL CUAL TIENE UNA SUPERFICIE TOTAL DE 136 M2 , ACABADOS CONVENCIONALES (CON MATERIALES LOCALES), UNA ALTURA MÁXIMA DE 6.5, TECHADA CON PANEL DE 2" ESP. A DESNIVEL TIPO DIENTE DE SIERRA, ESTRUCTURA TIPO I SUJETADAS A PISO MEDIANTE PLACA DE 1/4" CON BIRLOS DE 1/2" DE ALTA RESISTENCIA, PISO EN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA Y RAMPA.	M2	136.00	\$370.58	\$50,398.46
CONS 9	ADECUACION Y ENTREGA DE AREAS VERDES , EL CUAL TIENE UNA SUPERFICIE TOTAL DE 100 M2 Y ACABADOS EN CONCRETO.	M2	100.00	\$64.23	\$6,423.08
(Novecientos veintiocho mil setecientos sesenta y tres Dólares Americanos 07/100 CyUSD)					\$928,763.07

UNAM Facultad de Química**CATALOGO DE CONCEPTOS**

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

LICENCIA DE TECNOLOGÍA

CONCEPTO	EQUIPO	COSTO (%)	TOTAL (USD)
LICENCIA DE TECNOLOGÍA	\$946,914.13	10%	\$94,691.41
			\$94,691.41

UNAM Facultad de Química

CATALOGO DE CONCEPTOS

DESCRIPCION: EQUIPOS, SERVICIOS, FUERZA Y CONTROL
 PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

COSTOS DE INGENIERIA

CONCEPTO	H-H	COSTO H-H (USD)	TOTAL (USD)
INGENIERIA CONCEPTUAL	600.00	30.00	18,000.00
INGENIERIA BASICA	1,200.00	20.00	24,000.00
INGENIERIA DE DETALLE	22,035.00	15.00	330,525.00
			\$372,525.00

UNAM, Facultad de Química

DESCRIPCION: EVALUACIÓN FINANCIERA

PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

CATALOGO DE CONCEPTOS

RESUMEN FINAL COSTO DETALLADO (DÓLARES)

CONCEPTO	COSTO	% vs COSTO EQPS	% vs COSTO TOTAL
H-H INGENIERIA	\$372,525.00	39%	11.36%
LICENCIA DE TECNOLOGÍA	\$94,691.41	10%	2.89%
EQUIPOS	\$946,914.13	100%	28.88%
TUBERIAS	\$99,644.12	11%	3.04%
ACERO	\$143,289.56	15%	4.37%
CONCRETO	\$149,722.65	16%	4.57%
ELECTRICO	\$116,231.41	12%	3.54%
INSTRUMENTACIÓN	\$86,990.90	9%	2.65%
AISLAMIENTO	\$31,852.51	3%	0.97%
PINTURA	\$29,153.96	4%	1.11%
CONSTRUCCION	\$928,763.07	127%	36.62%
	\$2,999,778.72		100.00%

UNAM, Facultad de Química

EVALUACIÓN FINANCIERA
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

GASTOS Y NOMINAS

Concepto	Cantidad	Sueldo Mensual \$ MN	Factor por Prestaciones \$ MN	Costo Mensual \$ MN	Costo Total Mensual \$ MN	Costo Anual \$ MN	Costo Anual USD
GASTOS DE OPERACIÓN							
Planta							
Gerente de Planta	1	\$25,000.00	1.60	\$40,000.00	\$40,000.00		
Ingeniero de Planta	1	\$15,000.00	1.50	\$22,500.00	\$22,500.00		
Mantenimiento Mecánico	1	\$8,000.00	1.34	\$10,720.00	\$10,720.00		
Mantenimiento Eléctrico	1	\$8,000.00	1.34	\$10,720.00	\$10,720.00		
Laboratorista	2	\$8,000.00	1.34	\$10,720.00	\$21,440.00		
Operadores A	2	\$6,480.00	1.34	\$8,683.20	\$17,366.40		
Operadores B	2	\$4,320.00	1.34	\$5,788.80	\$11,577.60		
Ayudantes	2	\$2,160.00	1.34	\$2,894.40	\$5,788.80		
Almacenista	1	\$4,320.00	1.34	\$5,788.80	\$5,788.80		
	13			SUBTOTAL	\$145,901.60	\$1,750,819.20	\$143,439.23
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN							
Oficina							
Director General	1	\$35,000.00	1.80	\$63,000.00	\$63,000.00		
Gerente General	1	\$25,000.00	1.80	\$45,000.00	\$45,000.00		
Gerente de Ventas y Mercado	1	\$14,000.00	1.50	\$21,000.00	\$21,000.00		
Agente de ventas	1	\$12,000.00	1.50	\$18,000.00	\$18,000.00		
Contador	1	\$20,000.00	1.50	\$30,000.00	\$30,000.00		
Auxiliar Contador	1	\$4,320.00	1.34	\$5,788.80	\$5,788.80		
Secretarías	2	\$3,240.00	1.34	\$4,341.60	\$8,683.20		
Auxiliar Oficina	2	\$1,620.00	1.34	\$2,170.80	\$4,341.60		
Vigilantes	4	\$2,800.00	1.34	\$3,752.00	\$15,008.00		
Mensajero	1	\$2,800.00	1.34	\$3,752.00	\$3,752.00		
	15			SUBTOTAL	\$214,573.60	\$2,574,883.20	\$210,952.25
Otros Gastos Administrativos							
Patentes y/o Licencias					\$3,000.00		
Mercadotecnia y Publicidad					\$10,000.00		
Limpieza					\$2,000.00		
Papelería					\$5,000.00		
					\$20,000.00	\$240,000.00	\$19,662.46
Total Gastos Administrativos					\$380,475.20	\$4,565,702.40	
					\$/USD	\$12.21	
Total de Gastos Administrativos						\$374,053.94	

(Tres cientos setenta y cuatro mil cincuenta y tres Dólares Americanos 94/100 CyUSD)

UNAM, Facultad de Química

DESCRIPCION: EVALUACIÓN FINANCIERA
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

DETERMINACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO

	PRECIOS EN USD
CONSTRUCCIÓN CIVIL Y ARQUITECTONICO	
CONSTRUCCIÓN CIVIL DE EDIFICIO DE OFICINAS Y SERVICIOS ADMINISTRATIVOS, OFICINA DE PRODUCCION, LABORATORIO, NAVE DE PRODUCCION, ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO, AREA DE DESPERDICIOS, AREA DE ZONA DE CARGA-DESCARGA Y AREAS VERDES.	\$ 928,763.07
SUMINISTRO E INSTALACIÓN EQUIPO	
SUMINISTRO, FLETES, MANIOBRAS, INSTALACION, INTERCONEXION, PUESTA EN OPERACIÓN, PRUEBAS Y AJUSTES DE TANQUES RECIPIENTES BOMBAS INTERCAMBIADORES DE CALOR FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE SS-316..	\$ 946,914.13
MATERIAL Y OBRA ELECTROMECHANICA	
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS Y VALVULAS	\$99,644.12
SUMINISTRO E INSTALACIÓN MATERIALES ELÉCTRICOS	\$116,231.41
INSTRUMENTOS IMPORTADOS Y NACIONALES	\$86,990.90
RENTA DE EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN	\$37,876.57
MOBILIARIO DE OFICINA	\$28,407.42
SUBTOTAL	\$369,150.42
 AISLAMIENTO Y RECUBRIMIENTOS	
PINTURA	\$31,852.51
SISTEMAS DE SEGURIDAD	\$29,153.96
SUBTOTAL	\$18,938.28
INGENIERÍA Y ASESORIAS	
INSTALACIONES TEMPORALES	\$372,525.00
SEGUROS Y FIANZAS	\$ 15,953.11
PERMISOS Y LICENCIAS	\$ 8,738.14
FLETES DE MATERIALES	\$94,691.41
SUBTOTAL	\$ 18,938.28
Subtotal capital	\$ 2,835,618.31
GASTOS CAPITALIZABLES	
NOMINA DESARROLLO DEL PY	\$62,498.87
NOMINA DE ADMON DEL PY	\$71,156.37
INGENIERÍA	\$38,340.34
COMPRAS	\$61,344.54
GERENCIA DE PROYECTOS	\$16,435.50
CONTABILIDAD	\$18,221.97
CONSUMOS Y VIÁTICOS	\$33,393.20
NOMINA Y GASTOS DEL PERSONAL DE NEGOCIO	\$153,388.83
SUBTOTAL	\$454,779.61
GASTOS NO CAPITALIZABLES	
RELOCALIZACIÓN Y REPARACIONES	\$152,426.89
REFACCIONES	\$66,841.36
GASTOS DE ARRANQUE	\$39,604.61
SUBTOTAL	\$258,872.85
Subtotal de gastos	\$ 713,652.46
Total de Gastos	\$ 4,478,033.84

(Cinco millones cuatrocientos cuarenta y ocho mil doscientos veintiseis Dolares Americanos 15/100 CyUSD)

UNAM, Facultad de Química

DESCRIPCION: EVALUACIÓN FINANCIERA
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQUE VER.

ESTIMACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES

Servicio	Unidad	Consumo Mensual	Consumo Anual	Precio /Unidad USD	Importe USD
Agua desmineralizada	m3	163	1,956.00	\$8.00	\$15,648.00
Agua de enfriamiento	m3	163	1,956.00	\$67.00	\$131,052.00
Agua de proceso	m3	163	1,956.00	\$115.00	\$224,940.00
Aire de Instrumentos	m3	980	11,760.00	\$0.40	\$4,704.00
Aire de planta	m3	1,608	19,299.72	\$0.50	\$9,649.86
Combustibles	m3	12,160	145,920.00	\$0.45	\$65,664.00
Electricidad	kw	7,800	93,600.00	\$0.80	\$74,880.00
Vapor	m3	50,432	605,184.00	\$0.43	\$260,229.12
Total					\$786,766.98

VAPOR		AGUA		COMBUSTIBLE		AIRE DE PLANTA	
1,021	lb/h	1,021	lb/h	1344	ft3/h	2103.62	lb/h
5	ft3/lb	0.01757	ft3/lb	38	m3/h	27	ft3/lb
5,566	ft3/h	18	ft3/h	16	h/día	56,797.74	ft3
16	h/dia	16	h/dia	608	m3/dia	1,608.31	m3
89,049	ft3/dia	287	ft3/dia	20	dias/mes		
20	dias/mes	20	dias/mes	12160	m3/mes		
1,780,983	ft3/mes	5,741	ft3/mes				
50,432	m3/mes	163	m3/mes				

UNAM, Facultad de Química

DESCRIPCIÓN: EVALUACIÓN FINANCIERA
PLANTA SULFATO DE SODIO: COSOLEACAQO VER.

INDICADORES FINANCIEROS

Capacidad de diseño 8,000.00 Ton

Total inversión fija \$ 4,478,033.84 USD

Concepto	Unidad	Año										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		80%	85%	90%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Ton		6,400	6,800	7,200	7,600	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Crecimiento			5%	5%	5%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Inflación			1	1.1	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19
Precio de sulfato de sodio	USD/Ton		614.00	675.40	687.68	693.82	699.96	706.10	712.24	718.38	724.52	730.66
Multas			\$ 3,929,600.00	\$ 4,175,200.00	\$ 4,420,800.00	\$ 4,666,400.00	\$ 4,912,000.00	\$ 4,912,000.00	\$ 4,912,000.00	\$ 4,912,000.00	\$ 4,912,000.00	\$ 4,912,000.00
Ventas totales			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo Mat. Prima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicios Auxiliares											
Agua desmineralizada	\$ 15,648.00	\$ 17,212.80	\$ 18,934.08	\$ 20,827.49	\$ 22,910.24	\$ 25,201.26	\$ 27,721.39	\$ 30,493.53	\$ 33,542.88	\$ 36,897.17	\$ 40,531.46
Agua de enfriamiento	\$ 131,052.00	\$ 17,212.80	\$ 18,934.08	\$ 20,827.49	\$ 22,910.24	\$ 25,201.26	\$ 27,721.39	\$ 30,493.53	\$ 33,542.88	\$ 36,897.17	\$ 40,531.46
Agua de porcoso	\$ 224,940.00	\$ 247,434.00	\$ 272,177.40	\$ 299,395.14	\$ 329,334.65	\$ 362,268.12	\$ 398,494.93	\$ 438,344.42	\$ 482,178.87	\$ 530,396.75	\$ 583,618.62
Aire de planta	\$ 4,704.00	\$ 5,174.40	\$ 5,691.84	\$ 6,261.02	\$ 6,887.13	\$ 7,575.84	\$ 8,333.42	\$ 9,166.77	\$ 10,083.44	\$ 11,091.79	\$ 12,199.14
Aire de instrumentos	\$ 9,649.86	\$ 10,614.85	\$ 11,676.33	\$ 12,843.96	\$ 14,128.36	\$ 15,541.20	\$ 17,095.32	\$ 18,804.85	\$ 20,685.33	\$ 22,753.87	\$ 25,099.40
Combustible	\$ 65,664.00	\$ 72,230.40	\$ 79,453.44	\$ 87,398.78	\$ 96,138.66	\$ 105,752.53	\$ 116,327.78	\$ 127,960.56	\$ 140,756.62	\$ 154,832.28	\$ 170,642.84
Electricidad	\$ 74,880.00	\$ 82,368.00	\$ 90,604.80	\$ 99,665.28	\$ 109,631.81	\$ 120,594.99	\$ 132,654.49	\$ 145,919.94	\$ 160,511.93	\$ 176,563.12	\$ 194,219.20
Vapor	\$ 260,229.12	\$ 286,252.03	\$ 314,877.24	\$ 346,364.96	\$ 381,001.45	\$ 419,101.60	\$ 461,011.76	\$ 507,112.94	\$ 557,824.23	\$ 613,606.65	\$ 675,919.07
Total de costos x servicios auxiliares	\$ 786,766.98	\$ 738,499.28	\$ 812,349.21	\$ 893,584.13	\$ 982,942.54	\$ 1,081,236.79	\$ 1,189,360.47	\$ 1,308,296.52	\$ 1,439,126.17	\$ 1,583,038.79	\$ 1,743,919.07

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS DIRECTOS											
Materia Prima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicios Auxiliares	\$ 786,766.98	\$ 738,499.28	\$ 812,349.21	\$ 893,584.13	\$ 982,942.54	\$ 1,081,236.79	\$ 1,189,360.47	\$ 1,308,296.52	\$ 1,439,126.17	\$ 1,583,038.79	\$ 1,743,919.07
Mano de Obra	\$ 143,439.23	\$ 157,783.15	\$ 160,651.93	\$ 162,086.33	\$ 163,520.72	\$ 164,955.11	\$ 166,389.50	\$ 167,823.90	\$ 169,258.29	\$ 170,692.68	\$ 172,127.07
Total de costos directos	\$ 930,206.21	\$ 896,282.4273	\$ 973,001.1396	\$ 1,055,670.452	\$ 1,146,463.257	\$ 1,246,191.904	\$ 1,355,749.975	\$ 1,476,120.415	\$ 1,608,384.459	\$ 1,753,731.468	\$ 1,909,846.147
COSTOS INDIRECTOS											
Mano de obra	\$ 210,952.25	\$ 232,047.48	\$ 236,266.52	\$ 238,376.05	\$ 240,485.57	\$ 242,595.09	\$ 244,704.61	\$ 246,814.14	\$ 248,923.66	\$ 251,033.18	\$ 253,142.70
Depreciación	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38
Seguros	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34
Mantenimiento	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34	\$ 44,780.34
Total de costos indirectos	\$ 748,316.31	\$ 769,411.54	\$ 773,630.58	\$ 775,740.11	\$ 777,849.63	\$ 779,959.15	\$ 782,068.67	\$ 784,178.20	\$ 786,287.72	\$ 788,397.24	\$ 790,506.76
Costos de producción	\$ 1,678,522.52	\$ 1,665,693.97	\$ 1,746,631.72	\$ 1,831,410.56	\$ 1,924,312.89	\$ 2,026,151.06	\$ 2,137,818.65	\$ 2,260,298.61	\$ 2,394,672.18	\$ 2,542,128.71	\$ 2,704,352.84
Gastos de administración	\$ 39,296.00	\$ 43,225.60	\$ 44,011.52	\$ 44,404.48	\$ 44,797.44	\$ 45,190.40	\$ 45,583.36	\$ 45,976.32	\$ 46,369.28	\$ 46,762.24	\$ 47,155.20
Gastos de ventas y distribución	\$ 39,296.00	\$ 43,225.60	\$ 44,011.52	\$ 44,404.48	\$ 44,797.44	\$ 45,190.40	\$ 45,583.36	\$ 45,976.32	\$ 46,369.28	\$ 46,762.24	\$ 47,155.20
Gastos de operación	\$ 78,592.00	\$ 86,451.20	\$ 88,023.04	\$ 88,808.96	\$ 89,594.88	\$ 90,380.80	\$ 91,166.72	\$ 91,952.64	\$ 92,738.56	\$ 93,524.48	\$ 94,310.40

PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos totales	\$ 3,929,600.00	\$ 4,175,200.00	\$ 4,420,800.00	\$ 4,666,400.00	\$ 4,912,000.00	\$ 4,912,000.00	\$ 4,912,000.00	\$ 4,912,000.00	\$ 4,912,000.00	\$ 4,912,000.00	\$ 4,912,000.00
Costos de producción	\$ 1,678,522.52	\$ 1,665,693.97	\$ 1,746,631.72	\$ 1,831,410.56	\$ 1,924,312.89	\$ 2,026,151.06	\$ 2,137,818.65	\$ 2,260,298.61	\$ 2,394,672.18	\$ 2,542,128.71	\$ 2,704,352.84
utilidad bruta	\$ 2,251,077.48	\$ 2,509,506.03	\$ 2,674,168.28	\$ 2,834,989.44	\$ 2,987,687.11	\$ 2,885,848.94	\$ 2,774,181.35	\$ 2,651,701.39	\$ 2,517,327.82	\$ 2,369,871.29	\$ 2,207,647.16
-gastos de operación	\$ 78,592.00	\$ 86,451.20	\$ 88,023.04	\$ 88,808.96	\$ 89,594.88	\$ 90,380.80	\$ 91,166.72	\$ 91,952.64	\$ 92,738.56	\$ 93,524.48	\$ 94,310.40
utilidad de operación	\$ 2,172,485.48	\$ 2,423,054.83	\$ 2,586,145.24	\$ 2,746,180.48	\$ 2,898,092.23	\$ 2,795,468.14	\$ 2,683,014.63	\$ 2,559,748.75	\$ 2,424,589.26	\$ 2,276,346.81	\$ 2,113,336.76
impuesto sobre la renta	\$ 760,369.92	\$ 848,069.19	\$ 905,150.83	\$ 961,163.17	\$ 1,014,332.28	\$ 978,413.85	\$ 939,055.12	\$ 895,912.06	\$ 848,606.24	\$ 796,721.38	\$ 744,836.52
reparto de utilidades	\$ 217,248.55	\$ 242,305.48	\$ 258,614.52	\$ 274,618.05	\$ 289,809.22	\$ 279,546.81	\$ 268,301.46	\$ 255,974.87	\$ 242,458.93	\$ 227,634.68	\$ 212,820.43
utilidad neta	\$ 1,194,867.01	\$ 1,332,680.16	\$ 1,422,379.88	\$ 1,510,399.26	\$ 1,593,950.73	\$ 1,537,507.48	\$ 1,475,658.05	\$ 1,407,861.81	\$ 1,333,524.09	\$ 1,251,990.75	\$ 1,170,089.31

PRESUPUESTO DE FLUJO DE EFECTIVO

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ENTRADAS											
Utilidad neta	\$ 1,194,867.01	\$ 1,332,680.16	\$ 1,422,379.88	\$ 1,510,399.26	\$ 1,593,950.73	\$ 1,537,507.48	\$ 1,475,658.05	\$ 1,407,861.81	\$ 1,333,524.09	\$ 1,251,990.75	\$ 1,170,089.31
Depreciación	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38	\$ 447,803.38
Total de entradas	\$ 1,642,670.40	\$ 1,780,483.54	\$ 1,870,183.26	\$ 1,958,202.65	\$ 2,041,754.11	\$ 1,985,310.86	\$ 1,923,461.43	\$ 1,855,665.20	\$ 1,781,327.48	\$ 1,699,794.13	\$ 1,617,892.69

SALIDAS

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión fija	\$ 4,478,033.84	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Inversión de capital de trab.	\$ 374,053.94	\$ 411,459.33	\$ 418,940.41	\$ 422,680.95	\$ 426,421.49	\$ 430,162.03	\$ 433,902.57	\$ 437,643.11	\$ 441,383.65	\$ 445,124.19	\$ 448,864.73
Total de salidas	\$ 4,852,087.78	\$ 411,459.33	\$ 418,940.41	\$ 422,680.95	\$ 426,421.49	\$ 430,162.03	\$ 433,902.57	\$ 437,643.11	\$ 441,383.65	\$ 445,124.19	\$ 448,864.73
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-\$ 2,209,417.38	\$ 1,369,024.21	\$ 1,451,242.85	\$ 1,535,521.70	\$ 1,615,332.62	\$ 1,555,148.83	\$ 1,489,558.86	\$ 1,418,022.09	\$ 1,339,943.83	\$ 1,254,669.94	\$ 1,170,089.31

12%	-\$	4,478,033.84	\$ 1,132,693.27	\$ 1,091,377.72	\$ 1,032,966.00	\$ 975,851.80	\$ 916,583.11	\$ 878,886.80	\$ 843,800.78	\$ 812,175.34	\$ 783,197.18	\$ 756,430.14	\$ 731,766.80	\$ 709,104.46	\$ 688,442.12	\$ 668,780.78	\$ 650,120.44	\$ 632,461.10	\$ 615,803.76	\$ 599,148.42	\$ 583,496.08	\$ 568,847.74	\$ 555,203.40	\$ 542,564.06	\$ 530,930.72	\$ 519,303.38	\$ 508,683.04	\$ 499,069.70	\$ 490,463.36	\$ 482,864.02	\$ 476,272.68	\$ 470,689.34	\$ 465,114.00	\$ 460,547.66	\$ 456,989.32	\$ 453,439.98	\$ 450,898.64	\$ 448,365.30	\$ 445,839.96	\$ 443,321.62	\$ 440,811.28	\$ 438,309.94	\$ 435,817.60	\$ 433,334.26	\$ 430,859.92	\$ 428,394.58	\$ 425,938.24	\$ 423,490.90	\$ 421,052.56	\$ 418,623.22	\$ 416,202.88	\$ 413,791.54	\$ 411,389.20	\$ 409,000.86	\$ 406,626.52	\$ 404,267.18	\$ 401,922.84	\$ 399,593.50	\$ 397,279.16	\$ 394,979.82	\$ 392,695.48	\$ 390,426.14	\$ 388,171.80	\$ 385,932.46	\$ 383,708.12	\$ 381,498.78	\$ 379,304.44	\$ 377,125.10	\$ 374,960.76	\$ 372,811.42	\$ 370,677.08	\$ 368,557.74	\$ 366,453.40	\$ 364,364.06	\$ 362,289.72	\$ 360,230.38	\$ 358,186.04	\$ 356,156.70	\$ 354,142.36	\$ 352,143.02	\$ 350,158.68	\$ 348,189.34	\$ 346,235.00	\$ 344,295.66	\$ 342,371.32	\$ 340,462.98	\$ 338,569.64	\$ 336,691.30	\$ 334,827.96	\$ 332,979.62	\$ 331,146.28	\$ 329,327.94	\$ 327,524.60	\$ 325,736.26	\$ 323,962.92	\$ 322,204.58	\$ 320,461.24	\$ 318,732.90	\$ 317,019.56	\$ 315,321.22	\$ 313,637.88	\$ 311,969.54	\$ 310,316.20	\$ 308,677.86	\$ 307,054.52	\$ 305,446.18	\$ 303,852.84	\$ 302,274.50	\$ 300,711.16	\$ 299,162.82	\$ 297,629.48	\$ 296,111.14	\$ 294,607.80	\$ 293,119.46	\$ 291,646.12	\$ 290,187.78	\$ 288,744.44	\$ 287,316.10	\$ 285,902.76	\$ 284,504.42	\$ 283,121.08	\$ 281,752.74	\$ 280,399.40
-----	-----	--------------	-----------------	-----------------	-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

9. CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis de mercado, técnico, tecnológico y financiero para el proyecto “**RECUPERACIÓN DE SULFATO DE SODIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE METIONINA**”, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las necesidades existentes en nuestro país de Sulfato de sodio actualmente son del orden de 704,940 toneladas por año; y si consideramos que es del orden de 18,088 que proviene de importaciones, representa un menor riesgo para el éxito del proyecto.
- Para instalar la planta con características industriales, el tamaño y capacidad de los equipos principales determinan un mínimo de producción, que fue de un 9.3% del mercado meta, siendo este de 8,000 TON por año.
- Estableciendo la Ingeniería Conceptual y Básica que se requiere para el diseño de la planta y seleccionando el equipo y tecnología apropiada, se estructuró un sistema sencillo, útil y eficaz, tomando en consideración los recursos con que cuenta nuestro país.
- Con lo que respecta al impacto ambiental generado en la puesta en marcha de la planta, se encontró que no existe generación de desechos contaminantes que sobrepasen los límites permisibles que marcan las normas ecológicas, por lo cual, no hubo necesidad de implementar acciones correctivas complementarias.
- Sólo en el caso de emisiones gaseosas se propone un tratamiento por medio de lavado de gases con recirculación, ya que la mayor parte de los desechos son de tipo líquido, para así poder darle rehúso, minimizando la cantidad de agua de suministro.
- La localización de la planta se determinó con base en la disponibilidad de materia prima, agua, terreno y considerando el mercado de consumo, resultando el lugar más adecuado para instalar la planta dentro del Parque Industrial Complejo Metionina, ubicado en el estado de Veracruz.
- De acuerdo con el análisis de sensibilidad realizado, se mostró que las variables más importantes para aumentar la utilidad neta o causar el fracaso del proyecto son el precio de venta y el volumen de producción.
- Sobre la evaluación técnica podemos asegurar que el proyecto es viable, ya que se llevó a cabo una adecuada metodología considerando aspectos fundamentales como: experiencia de los licenciadores, novedad u obsolescencia de los procesos, cumplimiento de bases técnicas, flexibilidad de proceso, características del equipo, versatilidad del proceso, requerimientos de compuestos químicos auxiliares, tratamientos de efluentes y servicios técnicos.
- Después de haber elaborado las bases de diseño en las que incluye la especificación del producto que se desea obtener, se procedió a buscar el proceso adecuado en la literatura técnica nacional e internacional. Esto incluyó revistas, libros, memorias de seminarios y conferencias, se consultaron proveedores de empresas que fabrican el Sulfato de Sodio, a firmas de ingeniería, a directores de licenciados y al registro nacional de transferencia de tecnología (Instituto Nacional de la Propiedad Industrial).
- Se realizaron análisis de los procesos encontrados para adecuarlos a nuestras necesidades y limitaciones técnicas y económicas. Lo que falta es establecer contacto con los dueños de la tecnología, para conocer si están en la disposición de vender su tecnología y bajo qué condiciones. Si el proveedor está dispuesto a dar concesión de licencias, se le presentará una solicitud de cotización en la que establecemos claramente el alcance de la tecnología deseada y las fases de diseño. Posteriormente, los licenciadores enviarán la información de sus procesos; la información técnica entregada a los licenciadores puede estar sujeta a convenios de confidencialidad o secrecía para uso exclusivo de la evaluación.

Experiencia de los licenciadores

Es necesario conocer su experiencia general en diseño, construcción, operación y coordinación de proyectos, para lo cual se solicitaría su curri culm con el fin de conocer el número, tipo y capacidad de plantas licenciadas por ellos. También se debe analizar su estructura organizacional, recursos y materiales.

Se deberán hacer visitas a las plantas en operación diseñadas por los licenciadores para conocer accidentes o incidentes graves ocurridos, problemas durante el arranque, operación, mantenimiento y paro.

Es necesario, también, investigar la experiencia que el licenciador tiene en el diseño de ciertos equipos que, por su complejidad, requieren de mucha capacidad y confiabilidad por parte de ellos, como en el diseño de hornos, reactores y equipos de separación.

Cumplimiento de las bases técnicas.

Como se recordará, inicialmente se establecieron las bases de diseño que posteriormente serán enviadas a los proveedores de la tecnología. Estas bases de diseño contienen la información que indica, en forma general, los recursos técnicos con los que se cuenta para la ejecución del proyecto y lo que se desea obtener del proceso.

Será difícil que un proceso se ajuste exactamente a nuestras limitaciones y necesidades, sin embargo, se buscó el que más se apegue a ellas o proponga alternativas de solución económicamente viables.

Como condición necesaria, se buscó que el proceso adquirido cumpliera con los requerimientos mínimos establecidos en las bases de diseño, debiendo ser su cumplimiento una exigencia para los licenciadores, los cuales deberán estar sujetos a fuertes penalizaciones en caso de comprometerse a respetarlas y no cumplir con ellas. Esto se contempló con mucha atención y cuidado en la evaluación de la tecnología.

Características del equipo de proceso

Se analizó el grado de complejidad que los equipos de proceso presentan en su diseño, operación y mantenimiento, ya que esto repercutirá en su confiabilidad operativa y en sus costos de operación.

Los puntos sobresalientes a revisar son los problemas mecánicos frecuentes, problemas de corrosión y desgaste, grado de automatización e instrumentación, materiales de construcción y capacidad límite de diseño. También se consideró la disponibilidad de refacciones y el lugar donde estarán disponibles, sea en el país o en el extranjero, así como la aproximación de su costo en relación con el equipo y fechas de entrega por parte de los proveedores.

Flexibilidad del proceso

La flexibilidad del proceso es la capacidad que se tiene para absorber ciertas variaciones operacionales que resulten en perjuicio de la calidad del producto elaborado. La flexibilidad del proceso se reflejará en la operación de la planta con materias primas de diferentes especificaciones, en el rango de independencia que guarden algunas secciones de la planta con respecto al conjunto total de la unidad, en el grado de automatización de la planta, en poder trabajar a diferentes capacidades, en la obtención de diferentes rendimientos de productos, en mejorar en un momento dado las especificaciones del producto y en la capacidad del proceso para que continúe operando aún con la falla en algunos equipos o en el suministro de algunos servicios auxiliares.

A continuación, se menciona de manera más amplia los factores que influyen en el grado de flexibilidad del proceso:

a) Operación con materias primas de diferente especificación

Es posible que el proceso pueda operar con materias primas diferentes; en este caso, el licenciador deberá indicar las posibles repercusiones que esto tendrá en el proceso y señalar si es necesario tomar previsiones para acondicionar las materias primas y mencionar si los equipos requeridos para el acondicionamiento están considerados dentro del diseño del proceso. Lo cual no aplica para nuestro caso, ya que el objetivo de la planta es llevar a cabo la recuperación de Sulfato de sodio sobre la descarga que se tiene de la corriente de la segunda cristalización del proceso de obtención de Metionina. Es la única materia prima con la que podría trabajar la misma.

b) Independencia de alguna sección de la planta

En algunos procesos, ciertas secciones pueden tener diferencia de operación, ya sea por periodos cortos o con cierta duración. Esto último es de utilidad, pues con ellos se tiene la oportunidad de seguir operando el proceso a pesar de la falla de alguna sección mientras ésta es corregida. La planta de recuperación de Sulfato de sodio presenta esta flexibilidad, ya que se cuenta con tres secciones que, a su vez, cada una funciona de manera independiente.

c) Grado de automatización de la planta

Toda instrumentación y sistema de control que se propone, deberá contar con cierto grado de flexibilidad para seguir operando correctamente a pesar de algunas modificaciones en la operación; por ejemplo, la variación en la capacidad de producción. En la planta de Sulfato de sodio se propuso un sistema de control distribuido para tener flexibilidad al mantenimiento y operación de la planta, por lo que todos los equipos cuentan con su propio sistema de control.

d) Flexibilidad de la capacidad de operación

Esta es una característica deseada del proceso, ya que, por razones variadas, pueden existir fluctuaciones en la producción; la planta debería ser capaz de trabajar aún con estas fluctuaciones, sin repercutir en la calidad del producto ni dañar el equipo. El licenciador deberá definir cuál es la capacidad mínima y máxima estable de operación y cuál es su óptima. Debe existir congruencia entre el diseño de equipo y la operación de la planta a diferentes capacidades. Lo anterior es totalmente aplicable ya que la planta se diseñó con un 10% de sobrediseño para, precisamente, contar con un cierto intervalo de operación que nos permita, en un dado caso, no tener que sobrecargar los equipos.

e) Vulnerabilidad del proceso

Indica la capacidad del proceso para que continúe operando a pesar de fallas en algunos equipos o en el suministro de algunos servicios. Se considera vulnerable revisar que dicho proceso pueda absorber la falla o proceder al paro normal y programado de la planta, evitando problemas posteriores que se pudiesen presentar, que la planta se parase súbitamente por falla del servicio o equipo. Algunas posibles fallas pueden ser funcionamiento de líneas, problemas de corrosión, solidificación de producto en el proceso, descompostura de algún equipo, falta de agua de enfriamiento o la falta de vapor.

Requerimientos de compuestos químicos auxiliares del proceso

Algunos de estos compuestos son los catalizadores, solventes y aditivos. Su utilización repercute en dos sentidos: primero, en la factibilidad o dificultad de conseguirlos en el país o en el extranjero y, segundo, es común que se trate de sustancias tóxicas o altamente venenosas que requieren de condiciones especiales de almacenamiento y de equipo especial involucrado para su manejo, lo anterior repercutirá en los costos de operación. En nuestro caso, en el diseño de la planta, se contempló que los químicos auxiliares como son la Sosa, se encuentren totalmente disponibles con una serie de canales de distribución muy adecuados para el suministro.

Novedad u obsolescencia del proceso

Todo está evolucionando continuamente y está sujeto a revisiones de ciertos parámetros por cambios en capacidad y por equipos nuevos, cambios en las especificaciones de las materias primas y/o productos, cambios en materiales de construcción y nuevos desarrollos; todos tendientes a mejorar la calidad de la producción y/o disminuir costos de operación. Por lo tanto, siempre es deseable tener el proceso más actualizado del mercado. Demostramos que estas innovaciones han sido probadas con éxito, sobre todo en los procesos de diseño y capacidades similares a la planta que se desea instalar y que contamos con una serie de proveedores que disponen de procuración de equipo disponible. En lo único que hay que tener cuidado es en los costos y tiempos de entrega.

Tratamiento de efluentes

En el lugar donde se localice la planta hay reglamentos gubernamentales sobre los contaminantes desechados por una planta industrial. El proceso respetará estas restricciones utilizando apropiados mecanismos para el tratamiento de éstos.

Servicios técnicos

Estos son servicios que el licenciador se compromete a dar por la compra de su tecnología, algunos de ellos son: inspección de procura de equipo en el extranjero, supervisión técnica durante la construcción, asistencia en los preparativos de arranque y durante el arranque del proceso, preparación del personal, operación y mantenimiento de la planta.

Por lo anterior, podemos concluir que el proyecto es viable técnicamente ya que, al establecerse con la ayuda de las diferentes disciplinas especializadas en la materia, se determinó que sí es posible física y materialmente «hacer» el proyecto.

- Tomar en cuenta la viabilidad legal, que se refiere a la necesidad de determinar la inexistencia de trabas legales para la instalación y operación normal del proyecto.
- La inversión total que se requiere para llevar a cabo este proyecto es de 4.47 millones de dólares americanos.
- Haciendo el análisis de la tasa interna de retorno, la cual fue del 29%, se concluye que este proyecto es rentable, ya que esta tasa es mucho mayor a la inflación, por lo cual, el valor de la inversión se recupera en los 3 primeros años proyectados.

Después de haber realizado este trabajo, se encuentra que la Ingeniería de Proyectos es la rama disciplinaria de la Ingeniería que encierra, entre otras, las siguientes actividades:

- Hacerse responsable de planear, organizar, dirigir y controlar la ejecución de la ingeniería de un proyecto, de acuerdo con el alcance, el presupuesto, el programa y requerimientos establecidos por el cliente, así como de llevar a cabo los planes y procedimientos aplicables para garantizar la confiabilidad y consistencia de los documentos de Ingeniería requeridos para la correcta y oportuna procuración, construcción y arranque de la planta e instalaciones comprometidas con el cliente.
- Dominar y difundir los requisitos contractuales del proyecto al equipo de Ingeniería y asegurar la comprensión de los objetivos financieros básicos del proyecto.
- Definir el alcance detallado de actividades del proyecto para cada una de las disciplinas de Ingeniería entregables con base en el contrato.
- Elaborar e implantar el Plan de Ejecución de Ingeniería del Proyecto y la sección de ingeniería del manual de procedimientos del proyecto, incluyendo el proceso de automatización.

- Definir y realizar, con apoyo de control de proyectos, el WBS y los programas detallados de las actividades de Ingeniería, así como la interface de Ingeniería con procuración y construcción.
- Elaborar y controlar los presupuestos de horas hombre y costos para todas las actividades de Ingeniería, así como implantar el sistema de reporte de avance del diseño.
- Definir proceso de control, distribución y matriz de documentos requerido para el proyecto.
- Llevar a cabo, junto con el equipo de trabajo, la revisión del modelo electrónico del proyecto, con la participación interdisciplinaria y del cliente.
- Identificar y aprobar los cambios de diseño requeridos y conciliar el impacto que generen en las disciplinas Ingeniería Procuración y Construcción (IPC).
- Administración y control de los cambios de alcance del proyecto, así como su oportuna notificación a la Gerencia de Proyectos y a Control de Proyectos, para obtener la autorización del cliente, su procesamiento y ajuste de programas y presupuestos.
- Participar en la planeación e implantación del proceso de cierre administrativo del proyecto.
- Establecer las bases, criterios de diseño y especificaciones técnicas para asegurar que los documentos de Ingeniería cumplan con los requisitos del cliente y la normatividad aplicable.
- Revisar y aprobar las requisiciones y órdenes de compra de equipos y materiales para asegurar que estén técnicamente completas y correctas.

10. Bibliografía

- 1. Principios y cálculos básicos de Ingeniería Química**
Himmelblau, D. M.; CECSA, México, D.F; 1991
- 2. Principios de Operaciones Unitarias**
Foust A. S., Wenzel L. A., Clump C., Maus L., Andersen A.; Continental; México, D.F; 2006
- 3. Operaciones de transferencia de masa**
Robert E Treybal; Mc Graw Hill; 1980, Rhode Island, USA.
- 4. Chemical Reaction Engineering**
Octave Levespiel; John Wiley & Sons, Wiley International Editions
- 5. Chemical Engineering Kinetics**
J.M. Smith, Mc Graw Hill Book Company, 1970.
- 6. Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química**
Smith y Van Ness; McGraw Hill; USA; 1980.
- 7. Termodinámica Química para el Ingeniero**
Richard E, Batzhiser, Michael R. Samuels, John D. Eliasen; Prentice Hall International; Editorial Dossat, S.A.; Madrid 1980.
- 8. The properties of Gases and Liquids**
Robert C. Reid, John M. Prausnitz, Thomas K Sherwood; 3rd Edition; McGraw Hill Book Company; 1977; N.Y., USA.
- 9. Process Heat Transfer**
Cavaseno; Chemical Engineering; McGraw Hill Publication Co., New York, N.Y., USA
- 10. Process Heat Transfer**
Donald Q. Kern; McGraw Hill Company, Inc., New York, N.Y., USA
- 11. Bombas, selección uso y mantenimiento**
Kenneth J. Mc Naughton y el cuerpo de redactors de Chemical Engineering 1992; McGraw Hill Company, Interamericana de México, SA. de C.V.
- 12. Válvulas, selección uso y mantenimiento**
Kenneth J. Mc Naughton y el cuerpo de reactors de Chemical Engineering 1992; McGraw Hill Company, Interamericana de México, SA. de C.V.
- 13. Compresores, selección uso y mantenimiento**
Richard W. Green y el cuerpo de redactors de Chemical Engineering 1992; McGraw Hill Company, Interamericana de México, SA. de C.V.
- 14. Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías**
División de Ingeniería de Crane; McGraw Hill Company, Interamericana de México, SA. de C.V.; 1992
- 15. Chemical Engineering Deskbook**
McGraw Hill Pub Co. 1221 Avenue of Americas; New York, N.Y. 10020; Octubre de 1971.
- 16. Diseño de equipo, tanques y recipientes**
Alvarez F. Constantino; Maestría en Ingeniería y Administración de Proyectos; Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México; 1995.

-
17. **Sistemas de control distribuido, parte 1,2**
Amabel Gonzalez J., Ingeniería Química, México, 1992
 18. **Control Valve Parking Systems**
Brestel R. & Hutches W; Technical Monograph 38 Fisher Controls Int., 1992
 19. **Instrumentación Industrial**
Creus A. 5a ed., Alfa Omega; 1992
 20. **Handbook for Control Valve Sizing**
Bulletin OZ1000 03/04; MASOLINE DRESER INDUSTRIES; Houston; USA; 2004
 21. **Instrumentación Industrial**
Creus A. 5a Ed., Alfa Omega; 1992
 22. **Apuntes del Curso de Administración de Proyectos**
Lozano Ríos Leticia, 2000, Maestría en Ingeniería y Administración de Proyectos, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.
 23. **Dirección y Gestión de Proyectos**
Ediciones Díaz de Santos, S.A. de España. Pereña Brand Jaime, 1991, Valencia; España.
 24. **Administración de Proyectos, Cuaderno 3.**
Departamento de Administración Pública, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México; Ciudad Universitaria; México.
 25. **Project Management Body of Knowledge, PMBOK**
Project Management Institute, 2000; USA.
 26. **Towards an Integral and Dynamic Framework of Technology and R&D Strategies.**
Revista del IMIQ, Año XXXVII Vol. 9-10 Septiembre-Octubre de 1996.
 27. **Manual de procedimientos de Ingeniería de Proceso**
Instituto Mexicano del petróleo; Rev. 2. 1995 Revista del IMIQ, Año XXXVII Vol. 9-10 Septiembre-Octubre de 1996.
 28. **Desarrollo sustentable, hacia una política ambiental**
Azuela, A., Coordinación de Humanidades 1993, Universidad Nacional Autónoma de México; Ciudad Universitaria; México.
 29. **Experimental Study of Chemical Engineering**
Delgadillo Valencia M. A., Hiroshima University, Japan, 1979.
 30. **Cristallization Process**
Kirk-Othmer; Encyclopedia of Chemical Technology; Volume 6, 3th Edition; 2004.
 31. **Perry's Chemical Engineers' Handbook**
Perry H., Don W. Green; 7th Edition; McGraw- Hill Companies, Inc; 1997
 32. **Mobile Waste Processing Systems and Treatment Technologies**
Baker C., Glynn W., Lore A., Quaglieri A., Noyes Data Corporation, Mill Road, New Jersey , 1987.
 33. **Aspectos legales de los residuos peligrosos en México.**
Carmona, María del Carmen y Godínez, Rodolfo; Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Los Residuos Peligrosos en México, Programa Universitario de Medio Ambiente, México, 1997.

-
34. **Seminario Internacional sobre identificación y clasificación de residuos peligrosos (memorias).**
Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA)/ Instituto Nacional de Ecología/
Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca en colaboración con la Agencia de Colaboración
Internacional de Japón (JICA), Noviembre 2000.
 35. **El nuevo escenario para la transferencia de tecnología; repercusiones en los países en desarrollo.**
Correa Carlos M., Comercio Exterior, Vol. 44., Secretaría de Relaciones Exteriores, México, 1994.
 36. **Residuos sólidos municipales en el mundo y en México (series monográficas).**
Cortinas de Nava, C. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México; 1992.
 37. **Regulación y gestión de productos químicos en México enmarcados en el contexto internacional (series
monográficas).**
 38. Cortinas de Nava, C. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México; 1992.
 39. **A compendium of technologies used in the treatment of hazardous wastes**
Report EPA/625/8-87/014; Environmental Protection Agency; 1987.
 40. **Procedures manual for groundwater monitoring at solid waste disposal facilities**
Report EPA/530/sw/611; Environmental Protection Agency, 1977.
 41. **Standar handbook of hazardous waste treatment and disposal**
Greeman, H. M.; McGraw Hill Company, Inc., New York, N.Y., USA; 1989.
 42. **Soil in waste treatment and utilization**
Muller, W. H. y A. W. Warrick; Vol. 2, Boca Raton, RC Press; 1985.
 43. **Mobile Waste Processing Systems and Treatment Technologies**
Glynn W., Baker C., LoRe A., Quaglieri A.; Camp Dresser & McKee, Inc.; Boston Massachusetts; 1987.
 44. **Design of Crystallizers**
Nyvlt J.; Institute of Inorganic Chemistry Czechoslovak Academy of Science Prague, Czechoslovak; 1992.
 45. **Incineration Systems Selection and Design**
Brunner C. R.; Van Nostrand Reinhold Company; New York, N.Y., USA; 1984.
 46. **Sludge Incineration Thermal Destruction of Residues, Manual Of practice FD-19**
Albertson O. E.; Water Environment Federation; Alexandria, USA; 1994.
 47. **Estimating Costs of Air Pollution Control**
Vatavuk W. M.; Lewis Publisher; Chelsea, Michigan, USA; 1990.
 48. **Ingeniería de Proyectos**
De Coos M.; Universidad Politécnica de Madrid; Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales; 1995.
 49. **Dirección de Proyectos**
De Coos M.; Universidad Politécnica de Madrid; Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales; 1995.
 50. **Project Management**
Tinnirello P. C.; Auerbach Publications; International Standard Book; Boca Raton, Fla., USA; 2001.
 51. **New Directions in Project Management**
Tinnirello P. C.; Auerbach Publications; Best practices series; Boca Raton, Fla, USA; 2001.
 52. **Gestión de Residuos.**
-

Fundación Universitaria Iberoamericana, Instituto de Estudios Medioambientales; Barcelona España, 1999.

53. **Handbook of Technology Management.**
Gaynor H. Gerard, Sumanth J. David, The Technology Cycle "Approach to Technology Management", Chapter 3, McGraw Hill, New York, 1996.
54. **Gestión Ambiental hacia la industria: logros y retos para el desarrollo sustentable.**
Instituto Nacional de Ecología/ Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; México 1999.
55. **Bases para una política nacional de residuos.**
Instituto Nacional de Ecología/ Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; México 1999.
56. **Evolución de la Política nacional de materiales peligrosos, residuos y actividades altamente riesgosas.**
Instituto Nacional de Ecología/ Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; México 2000.
57. **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**
Expedida el 28 de enero de 1998, última reforma 12 de febrero de 2007. D.O.F
58. **Ley de Aguas Nacionales**
Expedida el 01 de diciembre de 1992 D.O.F.; última reforma 29 de abril de 2004.
Instituto Nacional de Ecología/ Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; México 2000.
59. **Ley Federal de Metrología y Normalización.**
Expedida el 01 de julio de 1992 D.O.F.; última reforma 28 de julio de 2006.
60. **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**
Expedida el 08 de octubre de 2003, última reforma 22 de mayo de 2006. D.O.F
61. **Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de la Evaluación del Impacto Ambiental.**
Expedido el 07 de junio de 1988, última reforma 30 de mayo de 2000, D.O.F.
62. **Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**
Expedido el 30 de noviembre de 2006, D.O.F.
63. **Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas.**
Expedido el 01 de diciembre de 1992, última reforma 29 de agosto de 2002. D.O.F.
64. **Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Auditoría Ambiental.**
Expedido el 29 de noviembre de 2000, D.O.F.
65. **Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo**
Expedido el 26 de marzo de 2004, G.O.D.F.
66. **Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-052-1993;** Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
Fecha de emisión 23 de junio de 2006 D.O.F.
67. **Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-053-1993;** Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad.
Fecha de emisión 22 de octubre de 1993 D.O.F.

-
68. **Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-054-1993;** Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados peligroso.
Fecha de emisión 22 de octubre de 1993 D.O.F.
 69. **Norma NOM-127-SSA1-1994** de Agua para consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento.
Fecha de emisión 12 de agosto de 1994. D.O.F.
 70. **Norma NOM-001-SEMARNAT-1996** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales y bienes nacionales.
Fecha de emisión 6 de enero de 1997 D.O.F.
 71. **Norma NOM-002-SEMARNAT-1996** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano y municipal.
Fecha de emisión 3 de junio de 1998 D.O.F.
 72. **Norma NOM-003-SEMARNAT-1997** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
Fecha de emisión 21 de septiembre de 1998 D.O.F.
 73. **NOM-085-SEMARNAT-1994.-** Contaminación Atmosférica – Fuentes Fijas- Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y las condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.
Fecha de emisión 2 de diciembre de 1994
 74. **Norma NOM-001-SEDE-1999** Instalaciones eléctricas.
Fecha de emisión 3 de abril de 2000 D.O.F.
 75. **Método mejorado para purificar sulfato de sodio que contiene Metionina.-**
Jean-Louis Genin, Andre Zondiche, Rene Rolland; RHONE-POULENC INDUSTRIES; Patente FR 77.30654 1977/10/12.
 76. **Rotary Klin Control Arrangement**
Smith Aubrey, General Electric Company; New York, N. Y.; United States Patent 2,068,574; December, 1934; <http://www.uspto.gov>
 77. **Klin System and Method**
Bast H. C., Fuller Company; United States Patent 3,276,755; July 20, 1964; <http://www.uspto.gov>
 78. **Methods and Apparatus for Calcining Carbonaceous Material**
Estes; James W, Airco Inc ; United States Patent 4,354,829; October 19, 1982; <http://www.uspto.gov>
 79. **Process for the Preparation of Anhydrous Sodium Sulfate**
Rodriguez-Leon, Industria del Alkali, S.A.DE C.V; Nuevo Leon, México; United States Patent 5,871,551; February 16, 1999; <http://www.uspto.gov>
 80. **Proceso para la preparación de D, L -Metionina o la sal de la misma.**
Geiger F. , Halsberghe B. , Hasselbach a. H.j. , Hentschel K., Huttmacher K. , Korfer M., Mannsfeld S., Tanner H., Theissen F., Vanrobaeys J., Willigerodt K., DEGUSSA AKTIENGESELLSCHAFT; México; Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; Patente MX A 9606011; 31/Agosto/1997.
-