



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

"SELECCIÓN DEL SISTEMA DE AGITACIÓN PARA LA
FOSA DE NEUTRALIZACIÓN DE UN CENTRO
PROCESADOR DE GAS."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

I N G E N I E R O Q U Í M I C O

P R E S E N T A:

GERARDO RIVAS LOZANO



MÉXICO, D.F.

2008



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	Prof. JOSÉ ANTONIO ORTÍZ RAMÍREZ.
Vocal	Prof. ANTONIO VALIENTE BARDERAS.
Secretario	Prof. HUMBERTO RANGEL DÁVALOS.
1er. Suplente	Prof. MA. DE LOS ANGELES VARGAS HERNÁNDEZ.
2º. Suplente	Prof. BALDOMERO PÉREZ GABRIEL.

Sitio donde se desarrolló el tema:

Torre de Ingeniería (Instituto de Ingeniería UNAM).
Circuito escolar s/n Cd. Universitaria Coyoacan México D.F.

Asesor del tema: ING. JOSÉ ANTONIO ORTÍZ RAMÍREZ.

Sustentante: GERARDO RIVAS LOZANO.

Agradecimientos:

A todos mis seres queridos
Ya que todos ellos contribuyeron
De algún modo a ser lo que soy.

Gracias a mi Alma Máter
Por heredarme una piel Dorada y sangre Azul.

ÍNDICE.

	PAG.
INTRODUCCIÓN. _____	1.
CAPITULO 1. _____	4.
➤ CONCEPTOS GENERALES.	
CAPITULO 2. _____	12.
➤ DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	
CAPITULO 3. _____	20.
➤ EVALUACIÓN TECNICA PRELIMINAR.	
CAPITULO 4. _____	26.
➤ DISEÑO DE LOS SISTEMAS AGITACIÓN.	
CAPITULO 5. _____	39.
➤ SELECCIÓN ECONOMICA.	
CAPITULO 6. _____	48.
➤ CONCLUSIONES.	
CAPITULO 7. _____	50.
➤ ANEXOS	
CAPITULO 8. _____	54.
➤ BIBLIOGRAFIA.	

INTRODUCCIÓN.

INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo esta basado en proyectos realizados por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Facultad de Química, entre los cuales se desarrolló un estudio técnico para una fosa de neutralización en un Centro Procesador de Gas. En ese estudio se revisaron las características particulares de la fosa de neutralización, así como el sistema de agitación que se venia utilizando, con el fin de verificar si la fosa estaba funcionando de manera satisfactoria.

De este estudio se generó la recomendación de cambiar el sistema de agitación, debido a que no estaba dando el servicio de manera satisfactoria, ya que el sistema de agitación que utiliza la fosa de neutralización es por medio de aire y la tubería de distribución dentro de la fosa esta en malas condiciones debido a la corrosión, esto ha ocasionado la obstrucción de varios de los orificios por donde se descarga el aire para agitar el contenido en ella.

A esta fosa de neutralización se direccionan principalmente los efluentes de la planta desmineralizadora, esta planta cuenta con dos unidades; una aniónica (efluente alcalino) y otra catiónica (efluente ácido), las cuales desechan el agua producto de la regeneración de las resinas de intercambio iónico, así que contamos con efluentes ácidos y alcalinos que llegan a la fosa para ser neutralizados, este proceso consta de dos etapas, la primera es una neutralización parcial en la que los efluentes provenientes de las dos unidades desmineralizadoras se mezclarán para neutralizase entre si, después el analizador de pH tomará lecturas y de ser necesario se llevará acabo la segunda etapa, en esta se completará la neutralización con la adición de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 98% y/o sosa cáustica (NaOH) al 50%, según sea el caso. Y de esta forma cumplir con la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 (NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales) y para evitar dañar el medidor Parshall.

La fosa de neutralización es una estructura de concreto con revestimiento antiácido, formada por dos compartimentos de 5.95 m de ancho, 7.40 m de largo y 2.22 m de profundidad promedio cada uno. El nivel de líquido al centro de las boquillas de alimentación

es de 0.87 m, teniendo un volumen útil en cada compartimiento de 38.30 m³. La alimentación a cada compartimiento es por gravedad, por medio de una línea de 12" ϕ (proveniente de las descargas de la regeneración de la Planta DI) a cada compartimiento.

El objetivo de este trabajo es seleccionar el sistema de agitación adecuado para la fosa de neutralización de un centro procesador de gas; seleccionado entre los equipos disponibles comercialmente a través de una evaluación técnica y una selección económica, para proponer el sistema que mejor satisfaga las necesidades del centro procesador de gas.

CAPITULO 1.
CONCEPTOS GENERALES.

1.0 CONCEPTOS GENERALES.

1.1 MEZCLADO.

En las industrias químicas de procesos y en otras semejantes, muchas operaciones dependen en alto grado de la agitación y mezclado eficaz de los fluidos, Por lo general, la *agitación* se refiere a forzar un fluido por medios mecánicos para que adquiera un movimiento circulatorio en el interior de un recipiente. El *mezclado* implica partir de dos fases individuales, tales como un fluido y un sólido pulverizado o dos fluidos, y lograr que ambas fases se distribuyan al azar entre sí.

Existen varios objetivos en la agitación de fluidos y algunos de ellos son:

1. Mezclado de dos líquidos miscibles, tales como alcohol etílico y agua.
2. Disolución de sólidos en líquidos, tales como sal en agua.
3. Dispersión de un gas en un líquido en forma de burbujas pequeñas, como en el caso del oxígeno del aire en una suspensión de microorganismos para la fermentación, o para el proceso de activación de lodos en el tratamiento de aguas de desperdicio.
4. Suspensión de partículas sólidas finas en un líquido, tal como en la hidrogenación catalítica de un líquido, donde las partículas del catalizador sólido y las burbujas de hidrógeno se dispersan en un líquido.
5. Agitación de un fluido para aumentar la transferencia de calor entre dicho fluido y un serpentín o una camisa en las paredes del recipiente.

1.2 TIPOS DE AGITADORES.

Los agitadores se dividen en dos clases: los que generan corrientes paralelas al eje del agitador y los que dan origen a corrientes en dirección tangencial o radial por medio de

impulsores. Los primeros se llaman agitadores de flujo axial y los segundos agitadores de flujo radial.

Los impulsores se dividen en tres principales: de hélice, de paletas y de turbina. Cada uno de estos tipos comprende muchas variaciones y subtipos que no consideraremos aquí. En algunos casos se requieren impulsores especiales, pero con los tres tipos antes citados se resuelven, quizás, el 95% de los problemas de agitación de líquidos.

1.2.1 AGITADORES CON IMPULSORES DE HÉLICE.

Un agitador de hélice, es un agitador de flujo axial, que opera con velocidad elevada y se emplea para líquidos pocos viscosos. Los agitadores de hélice más pequeños, giran a la velocidad del motor, unas 1150 ó 1750 RPM; los mayores giran de 400 a 800 RPM. Las corrientes de flujo, que parten del agitador, se mueven a través del líquido en una dirección determinada hasta que son desviadas por el fondo o las paredes del tanque.

La columna de remolinos de líquido de elevada turbulencia, que parte del agitador, arrastra en su movimiento al líquido estancado, generando un efecto considerablemente mayor que el que se obtendría mediante una columna equivalente creada por una boquilla estacionaria. Las palas de la hélice cortan o friccionan vigorosamente el líquido. Debido a la persistencia de las corrientes de flujo, los agitadores de hélice son eficaces para tanques de gran tamaño. Para tanques extraordinariamente grandes, del orden de 1500m³ se han utilizado agitadores múltiples, con entradas laterales al tanque.

El diámetro de los agitadores de hélice, raramente es mayor de 45 cm, independientemente del tamaño del tanque. En tanques de gran altura, pueden disponerse dos o más hélices sobre el mismo eje, moviendo el líquido generalmente en la misma dirección. A veces dos agitadores operan en sentido opuesto creando una zona de elevada turbulencia en el espacio comprendido entre ellos.

1.2.2 AGITADORES CON IMPULSORES DE PALETAS.

Para problemas sencillos, un agitador eficaz está formado por una paleta plana, que gira sobre un eje vertical. Son más comunes los agitadores formados por dos y 3 paletas. Las paletas giran a velocidades bajas o moderadas en el centro del tanque, impulsando al líquido radial y tangencialmente, sin que exista movimiento vertical respecto del agitador, a menos que las paletas estén inclinadas.

Las corrientes de líquido que se originan se dirigen hacia la pared del tanque y después siguen hacia arriba o hacia abajo. Las paletas también pueden adaptarse a la forma del fondo del tanque, de tal manera que en su movimiento rascan la superficie o pasan sobre ella con una holgura muy pequeña.

Un agitador de este tipo se conoce como agitador de ancla. Estos agitadores son útiles cuando se desea evitar el depósito de sólidos sobre una superficie de transmisión de calor, como ocurre en un tanque enchaquetado, pero no son buenos mezcladores. Generalmente trabajan conjuntamente con un agitador de paletas de otro tipo, que se mueve con velocidad elevada y que gira normalmente en sentido opuesto.

Los agitadores industriales de paletas giran a una velocidad comprendida entre 20 y 150 RPM. La longitud del rodete de un agitador de paletas es del orden de 50 al 80% del diámetro interior del tanque. La anchura de la paleta es de un sexto a un décimo de su longitud. A velocidades muy bajas, un agitador de paletas produce una agitación suave, en un tanque sin placas deflectoras o cortacorrientes, las cuales son necesarias para velocidades elevadas. De lo contrario el líquido se mueve como un remolino que gira alrededor del tanque, con velocidad elevada pero con poco efecto de mezcla.

1.2.3 AGITADORES CON IMPULSOR DE TURBINA.

La mayor parte de ellos van montados centralmente dentro del tanque. Las aletas de la turbina pueden ser rectas o curvas, inclinadas o verticales. El rodete puede ser abierto, semicerrado o cerrado. El diámetro del rodete es menor que en el caso de agitadores de paletas, siendo del orden del 30 al 50% del diámetro del tanque.

Los agitadores de turbina son eficaces para un amplio intervalo de viscosidades; en líquidos poco viscosos, producen corrientes intensas, que se extienden por todo el tanque y destruyen las masas de líquido estancado. En las proximidades del rodete existe una zona de corrientes rápidas, de alta turbulencia e intensos esfuerzos cortantes. Las corrientes principales son radiales y tangenciales.

El agitador de turbina semiabierto, conocido como agitador de disco con aletas, se emplea para dispersar o disolver un gas en un líquido. El gas entra por la parte inferior del eje del rodete; las aletas lanzan las burbujas grandes y las rompen en muchas pequeñas, con lo cual se aumenta grandemente el área interfacial entre el gas y el líquido.

Criterios para selección del tipo de agitador.

- El flujo generado por este tipo de móvil es predominantemente axial con un componente radial.
- Las turbinas funcionan con velocidad lenta con un porcentaje de turbulencia elevado.
- Son empleados para la puesta en suspensión o favorecer el intercambio térmico en medios no viscosos.

Estos agitadores requieren menores costes de fabricación y son, a menudo, suficientes para las aplicaciones comunes.

1.3 SISTEMAS DE MEZCLADO.

1.3.1 RECIRCULACIÓN MEDIANTE BOMBAS.

La fosa de neutralización puede llevar anexas bombas centrífugas que aspiren el fluido en un punto determinado y lo devuelvan al recipiente en otro punto, provocando así una circulación forzada. Las bombas centrífugas constituyen, por sí mismas, excelentes aparatos agitadores

continuos: si la bomba se alimenta con dos líquidos distintos, saldrán de la misma perfectamente mezclados, puesto que la gran velocidad a que giran los impulsores provoca una gran turbulencia.

1.3.2 MEZCLADO A CHORRO LIQUIDO MEDIANTE BOMBAS Y TOBERAS.

Al igual que el anterior este sistema requiere de una bomba centrífuga para la recirculación de los líquidos y generación de turbulencia. Este sistema de mezclado involucra el uso de toberas sumergidas en el tanque, de las cuales salen chorros a alta velocidad. El líquido es recirculado mediante la bomba e inyectado a través de las boquillas que a su vez transfieren momento al líquido y originan el mezclado en el tanque.

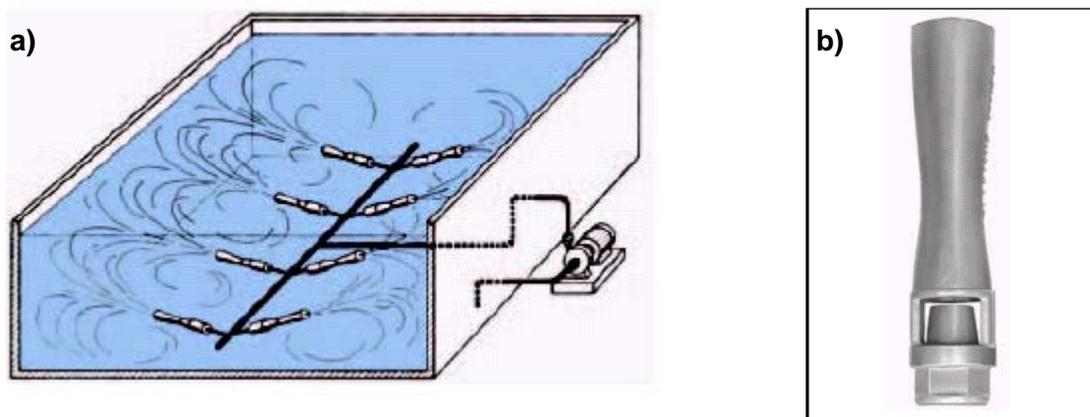


Fig. 1. a) Instalación de toberas en fosa, b) Tobera (Eductor).

1.3.3 AGITACIÓN CON AIRE.

a) PLACAS ACUMULADORAS.

En esta tecnología se instalan placas acumuladoras en el fondo del tanque por donde se libera aire para la generación de burbujas, las cuales son controladas ajustando la cantidad de aire, presión y frecuencia con un controlador neumático. Cuando se libera el aire debajo de la

placa acumuladora, los líquidos más pesados que se encuentran en el fondo del depósito son desplazados lateralmente. La burbuja rodea rápidamente la placa y las partículas más pesadas rellenan el vacío creado. Una gran burbuja oval plana se forma directamente encima de la placa y comienza a subir hacia la superficie desplazando el líquido que hay alrededor y arrastrando los líquidos pesados del fondo.

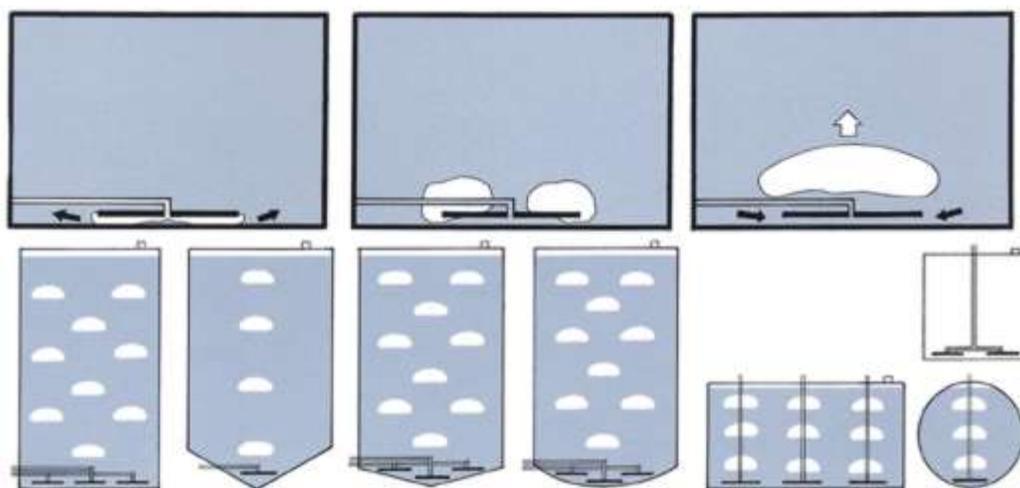


Fig. 2. Arreglos típicos de placas acumuladoras en tanques.

b) DISPERSIÓN DE BURBUJAS.

Se pueden dispersar burbujas para generar la agitación, esto se logra mediante la inyección de aire comprimido en tuberías perforadas o difusores sumergidos en el fondo del tanque. La salida de las burbujas a presión provocan que se de la agitación.

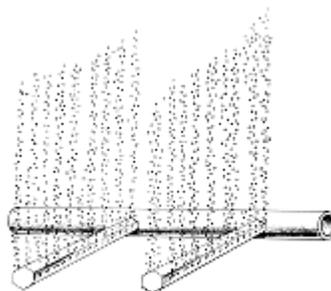


Fig. 3. Cabezal y difusores de aire.

c) INYECCION DE AIRE MEDIANTE JET'S

En este método se hace pasar aire comprimido a través de boquillas sumergidas y distribuidas en el tanque por las cuales salen chorros de aire a presión, provocando la agitación del líquido; el uso de boquillas ayuda a incrementar la velocidad y a reducir los flujos de aire.



Fig. 4. Boquilla para dispersión de aire.

1.4 MEZCLADORES MECÁNICOS.

La geometría del tanque es determinante para el mezclado y la determinación de un diseño efectivo del agitador. Los mezcladores mecánicos pueden ser de distintas formas y tamaños en tanques cilíndricos, cónicos, semiesféricos o rectangulares. Se pueden montar varios mezcladores mecánicos sobre un mismo eje, y se puede emplear más de un eje para un mismo tanque.

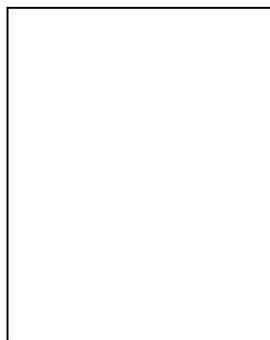


Fig. 5. Agitador mecánico.

CAPITULO 2.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

"Selección del Sistema de Agitación para la Fosa de Neutralización de un Centro Procesador de Gas."

2.0 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de neutralización de las descargas de efluente ácido o alcalino provenientes de la planta Deionizadora (DI) así como los provenientes del dique de los tanques TH-10A y TH-20A los cuales son enviados al Río Cazonas a través del emisor M-11. Esta neutralización tiene la finalidad de ajustar el pH de manera automática de dichos efluentes para cumplir con lo establecido en la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 (NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales) y así mismo evitar dañar el medidor Parshall.

2.1 CONSIDERACIONES

La neutralización de los efluentes de la planta DI será de manera automática con opción de operación manual.

La operación del sistema de neutralización, se efectuará por batch (de manera intermitente). Para los trenes de 300 gpm, la homogenización del volumen total se efectuará en una sola etapa. Para el tren de 600 gpm será efectuado en dos etapas, debido a que la capacidad útil de la fosa es insuficiente para este volumen, descargando primero los efluentes de la unidad aniónica y únicamente el retrolavado de la unidad catiónica en la primera etapa, y en la segunda etapa se descargará el volumen restante de la regeneración de la unidad catiónica. Para efectuar la neutralización, se utilizará ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 98% y/o sosa cáustica (NaOH) al 50%, según sea el caso.

La fosa de neutralización es una estructura de concreto con revestimiento antiácido, formada por dos compartimentos de 5.95 m de ancho, 7.40 m de largo y 2.22 m de profundidad promedio cada uno. El nivel de líquido al centro de las boquillas de alimentación es de 0.87 m, teniendo un volumen útil en cada compartimento de 38.30 m³. La alimentación (proveniente de las descargas de la regeneración de la Planta DI) a cada compartimento es por gravedad, por medio de una línea de 12 "φ con sus respectivas válvulas manuales. Así mismo llegan a la fosa dos líneas de 6 "φ provenientes de las purgas de los tanques TH-10A y TH-20A. El volumen neutralizado es descargado hacia el emisor M-11 por medio de una línea de 8 "φ con válvula de operación automática por cada compartimento.

Para lograr la homogenización del pH se tendrán dos mezcladores mecánicos AG-503 A/B, uno en cada compartimento, así como dos bombas dosificadoras de ácido BD-522A/B (una de reserva) y dos bombas dosificadoras de sosa BD-523A/B (una de reserva).

Para mantener un buen control en el sistema se neutralizará cada compartimento de la fosa por separado, debido a que si se operan simultáneamente ambos compartimentos se duplicaría el equipo de dosificación, lo cual aumentaría costos de operación y mantenimiento, además que el sistema de control se volvería más complejo.

En caso de que el CPG decida llevar a cabo el reuso de esta agua, el efluente se tendrá que llevar a tratamiento avanzado y se podrá reusar en la torre de enfriamiento CT-7.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE NEUTRALIZACIÓN

Los efluentes generados en la etapa de regeneración de cada tren de la planta DI serán neutralizados en la fosa de neutralización como se describe a continuación:

2.2.1 NEUTRALIZACIÓN DE LOS EFLUENTES DE REGENERACIÓN DE TRENES DE 300 GPM.

UNIDAD	Descripción	Volumen (m ³)	Tiempo (min)	pH
CATIÓNICA	Retrolavado	10.2	10	7.22
	Regeneración	10.96	20	2
	Desplazamiento	6.58	12	2
	Enjuague	27.96	34	2.7
TOTAL		55.7	76	-
ANIÓNICA	Retrolavado	4.37	10	7.22
	Regeneración	5.27	35	11.5
	Desplazamiento	3.61	24	11.5
	Enjuague	22.56	50	11.5
TOTAL		35.81	119	-

Tabla 2.1 Cuando la planta DI opera a 300 GPM.

2.2.2 DESCARGA DE EFLUENTES DE LA DI A LA FOSA DE NEUTRALIZACIÓN

FN-1A/B

Cuando se regenera la unidad aniónica, los efluentes de esta son descargados por gravedad (de acuerdo al siguiente orden: retrolavado, regeneración, enjuague lento o desplazamiento y enjuague rápido) a través de la tubería de 12 "φ que alimenta a la fosa de neutralización. Posteriormente, se procede a la regeneración de la unidad catiónica y cuyos volúmenes son descargados a la fosa de la misma manera que la unidad aniónica.

Una vez descargados estos volúmenes dentro de la fosa, se realiza la neutralización del volumen total en una sola etapa para este tren, neutralizando dando prioridad al contenido del compartimento FN-1A y después el del compartimento FN-1B.

2.2.3 NEUTRALIZACIÓN EN EL COMPARTIMENTO FN-1A

Primero se verifica que exista nivel de líquido en el compartimento mediante un detector de nivel, una vez cumpliéndose esta condición, mediante el agitador AG-503A se homogeniza el contenido del compartimento.

En el compartimento FN-1A se cuenta con un medidor de pH, el cual envía una señal a las bombas dosificadoras de ácido BD-522 A/B y de sosa BD-523 A/B para que dosifiquen la cantidad necesaria de los químicos (dependiendo del valor de pH) para realizar la neutralización del volumen contenido en este compartimento.

Mediante el agitador AG-503A se mezcla el volumen del compartimento FN-1A para homogenizar la mezcla durante la adición de sosa o ácido según sea el caso.

Una vez alcanzado un rango de pH entre 6 y 8 para cumplir con lo establecido por la NOM-001-ECOL-1996 (pH = 5 a 10), se descarga el contenido del compartimento FN-1A hacia el M-11, por gravedad abriendo la válvula de salida en la tubería de 8 "φ.

Una vez terminado el proceso de neutralización en el compartimento FN-1A, se procede a realizar el mismo procedimiento para el compartimento FN-1B, realizando el mezclado con el agitador AG-503B.

2.2.4 NEUTRALIZACIÓN DE LOS EFLUENTES DE REGENERACIÓN DEL TREN DE 600 GPM.

UNIDAD	Descripción	Volumen (m ³)	Tiempo (min)	pH
CATIÓNICA	Retrolavado	20.81	10	7.22
	Regeneración	21.93	20	2
	Desplazamiento	13.16	12	2
	Enjuague	55.91	34	2.7
<i>TOTAL</i>		<i>111.81</i>	<i>76</i>	<i>-</i>
ANIÓNICA	Retrolavado	4.37	10	7.22
	Regeneración	10.47	35	11.5
	Desplazamiento	7.18	24	11.5
	Enjuague	44.87	50	11.5
<i>TOTAL</i>		<i>66.89</i>	<i>119</i>	<i>-</i>

Tabla 2.2 Cuando la planta DI opera a 600 GPM.

Para este tren, el proceso de neutralización será efectuado en dos etapas, debido a que la capacidad útil de la fosa es insuficiente para recibir el volumen total.

En la primera etapa se descargarán los efluentes de la unidad aniónica a través de la tubería de 12 "φ que alimenta a la fosa de neutralización y únicamente el retrolavado de la unidad catiónica. En la segunda etapa se descargará el volumen restante de la regeneración de la unidad catiónica (inyección de regenerante, enjuague lento o desplazamiento y enjuague rápido).

2.2.5 PRIMERA ETAPA

2.2.5.1 Descarga de efluentes de la DI a la Fosa de Neutralización FN-1A/B

En la primera etapa se descargarán los efluentes de la unidad aniónica a través de la tubería de 12 "φ que alimenta a la fosa de neutralización y únicamente el retrolavado de la unidad catiónica.

Una vez descargados los volúmenes de la primera etapa dentro de la fosa, se realiza la neutralización primero en el compartimento FN-1A y después en el compartimento FN-1B.

2.2.5.2 Neutralización en el compartimento FN-1A.

Primero se verifica que exista nivel de líquido en el compartimento mediante un detector de nivel, una vez cumpliéndose esta condición, mediante el agitador AG-503A se homogeniza el contenido del compartimento.

En el compartimento FN-1A se cuenta con un medidor de pH, el cual envía una señal a las bombas dosificadoras de ácido BD-522 A/B y de sosa BD-523 A/B para que dosifiquen la cantidad necesaria de los químicos (dependiendo del valor de pH) para realizar la neutralización del volumen contenido en el compartimento.

Mediante el agitador AG-503A se mezcla el volumen del compartimento FN-1A durante la adición de sosa o ácido según sea el caso.

Una vez alcanzado un rango de pH entre 6 y 8 para cumplir con lo establecido por la NOM-001-ECOL-1996 (pH = 5 a 10), se descarga el contenido del compartimento FN-1A hacia el M-11, por gravedad abriendo la válvula de salida en la tubería de 8 "φ.

2.2.5.3 Neutralización en el compartimento FN-1B

Una vez terminado el proceso de neutralización en el compartimento FN-1A, se procede a realizar el mismo procedimiento para el compartimento FN-1B (puntos 2.2.5.1 y 2.2.5.2), homogenizando el contenido de este compartimento con el agitador AG-503B

2.2.6 SEGUNDA ETAPA

En la segunda etapa se descargará el volumen restante de la regeneración de la unidad catiónica (inyección de regenerante, enjuague lento o desplazamiento y enjuague rápido).

Una vez descargado el volumen restante, se procede de la misma manera que para la primera etapa partiendo de los puntos 2.2.5.1 y 2.2.5.2

2.3 DERRAMES DE LOS TANQUES TH-10A Y TH-20A

Los tanques TH-10A de ácido sulfúrico al 98% y TH-20A de sosa cáustica al 50%, están localizados en el lado poniente de la fosa de neutralización y cuentan con su respectivo dique de contención.

De los diques de contención salen dos líneas hacia a la fosa de neutralización, una proveniente del dique del tanque TH-10A y la otra proveniente del dique del tanque TH-20A. Cada línea cuenta con una válvula manual normalmente cerrada que al abrirla, los efluentes del dique correspondiente descarga a la fosa.

De cada línea se deriva un ramal, con válvula manual normalmente cerrada, dirigidas hacia el drenaje pluvial. Las válvulas serán abiertas únicamente cuando se acumule agua de lluvia en los diques, para desalojar el agua hacia el drenaje pluvial; cerrándolas cuando se vacíen los diques.

En caso que existan derrames en los tanques TH-10A y TH-20A, los volúmenes pequeños serán enviados a la fosa de neutralización. Cuando haya un derrame mayor; los productos químicos serán recuperados en el dique correspondiente y solo se enviará a la fosa el volumen de lavado abriendo las válvulas que van hacia la fosa y manteniendo cerradas las válvulas de los ramales que van hacia el drenaje pluvial.

2.4 DERRAMES DE LOS TANQUES TH-10 Y TH-20

En el área de la planta desmineralizadora DI se encuentran instalados los tanques TH-10 de ácido sulfúrico al 98% y TH-20 de sosa cáustica al 50%, los cuales comparten un sardinel para contención.

Del sardinel salen dos líneas (una en la parte norte y otra en la parte sur de la planta DI) hacia la fosa de neutralización, las cuales cuentan con su respectiva válvula manual normalmente cerrada.

Cuando haya derrames de volumen pequeño en los tanques TH-10 o TH-20, dichos derrames serán enviados a la fosa de neutralización, abriendo las válvulas correspondientes. En caso de haber un derrame de volumen mayor, el producto químico será recuperado en el

sardinell y solo se enviará a la fosa de neutralización el volumen de lavado; abriendo las válvulas correspondientes. En ambos casos, se deben cerrar las válvulas al término de la descarga.

Por otra parte; la válvula de la línea norte, será abierta cada vez que sean descargados los efluentes de la regeneración de la planta DI y deberá cerrarse al terminar dicha operación. Si por alguna razón se deja abierta esta válvula, el riesgo es que puede haber paso de agua de lluvia o de producto químico en caso de un derrame mayor.

De cada línea se deriva un ramal con su respectiva válvula que está interconectado al drenaje pluvial; por lo que las válvulas correspondientes serán abiertas únicamente cuando se acumule agua de lluvia en el sardinell y serán cerradas al vaciarse éste.

CAPITULO 3.

EVALUACIÓN TECNICA PRELIMINAR.

3.0 EVALUACIÓN TÉCNICA PRELIMINAR.

Para evaluar técnicamente la capacidad de los diferentes sistemas de mezclado con los que contamos para realizar la homogenización en la fosa de neutralización, se realizó una tabla comparativa en la cual se establecen las ventajas y desventajas de cada una de las opciones a evaluar.

3.1 RECIRCULACIÓN.

Para este sistema tenemos dos variantes para realizar la agitación la primera es la **recirculación con bombas**, en esta variante las bombas succionan y descargan el líquido dentro de la fosa de neutralización, de esta manera se realiza la agitación.

La segunda variante es la **recirculación con bombas y toberas**, esta variante es similar a la anterior solo que la bomba descarga a un cabezal colocado en el interior de la fosa y en el cabezal se colocan toberas que aumentan la circulación, ya que según la documentación encontrada de los diferentes proveedores de dichas toberas establecen que el flujo aumenta a través de ellas de 1:4 y esto beneficia la operación de agitación.

3.2 INYECCIÓN DE AIRE.

La siguiente opción de agitación que tenemos es mediante **inyección de aire** para esta tenemos tres variantes. La primera mediante el uso de placas colocadas en el fondo de la fosa en las cuales a través de una línea de alimentación de aire, lo acumula hasta formar una burbuja que al subir promueve la agitación.

La segunda variante para agitación con aire es la **dispersión de burbujas** mediante el uso de un cabezal con dispersores distribuido en el fondo de la fosa al cual se le inyecta aire que sale a través de los dispersores y crean las burbujas que al subir a la superficie agitan el contenido de la fosa.

Y la tercera variante por medio de toberas que se colocan en un cabezal de distribución de aire en el fondo de la fosa, esta variante hace aumentar la velocidad de salida del aire y mejora la agitación.

3.3 AGITACIÓN MECÁNICA.

Además de las opciones o sistemas de agitación ya mencionados contamos con la agitación mecánica, esta cuenta con un impulsor, flecha, reductor y motor como elementos principales para realizar la operación.

A partir de la información disponible en la bibliografía revisada^[13-16] se integro la tabla comparativa de las ventajas y desventajas de los sistemas ya mencionados, que se presenta a continuación.

3.4 ANÁLISIS DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE MEZCLADO.

TABLA 3.1 COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS DE MEZCLADO.

CRITERIOS DE SELECCIÓN	RECIRCULACIÓN CON BOMBAS	RECIRCULACIÓN CON BOMBAS Y TOBERAS	AGITACIÓN CON PLACAS ACUMULADORAS	DISPERSIÓN DE BURBUJAS	INYECCIÓN DE AIRE MEDIANTE TOBERAS	MEZCLADORES MECÁNICOS
PARTES MOVILES DENTRO DE LA FOSA.	0	0	0	0	0	-1
COMPLEJIDAD EN LA INSTALACIÓN.	1	-1	-3	1	1	1
ÁREA DE CORROSIÓN.	-1	-1	-3	-1	-1	-1
RUIDO.	2	2	-1	-1	-1	2
CANTIDAD DE EQUIPO NECESARIO.	1	-1	-3	1	1	3
TIEMPO DE VIDA.	2	2	1	1	1	2
TIEMPO DE AGITACIÓN.	-1	3	-2	1	1	2
ZONAS MUERTAS.	-1	2	-2	-1	1	-1
TOTAL	3	6	-13	1	3	7

3.5 SELECCIÓN DE DOS ALTERNATIVAS PARA REALIZAR EVALUACIÓN ECONOMICA.

3.5.1 CONSIDERACIONES PARA EL MEZCLADO:

1.- El sistema de agitación debe mover las corrientes líquidas hacia todos los puntos, debe existir el menor número de puntos muertos dentro del sistema.

2.- La eficiencia del mezclado dependerá de la intensidad de la turbulencia en los distintos puntos del sistema, es decir, para que el mezclado sea eficiente la intensidad de la turbulencia debe ser uniforme en todo el recipiente.

3.5.2 ELECCIÓN DEL SISTEMA.

Analizando la tabla comparativa de las tecnologías se tiene que los sistemas que utilizan aire comprimido (Placas acumuladoras, dispersión de burbujas e inyección con toberas), son descartados debido a que se generan puntos muertos por la tendencia de las burbujas generadas a subir, lo que ocasiona que la agitación no sea suficiente para un mezclado homogéneo.

En lo que corresponde al uso de bomba de recirculación, es un sistema que puede implementarse para realizar el mezclado, ya que al entrar las diferentes sustancias a la bomba salen perfectamente mezcladas, pero esto requiere de varias recirculaciones para que se lleve a cabo la homogenización, lo que incrementa el tiempo de mezclado y desgaste de la bomba, por lo tanto se sugiere usar la bomba de recirculación con toberas, ya que estas ayudan a incrementar el flujo de mezclado dentro de la fosa de neutralización, disminuyendo así el número de recirculaciones y el tiempo de homogenización.

Los mezcladores mecánicos son otra opción para realizar la homogenización, ya que pueden ser instalados de tal forma que se generen la menor cantidad de puntos muertos dentro de la fosa de neutralización logrando de esta manera un mezclado eficiente.

Por lo tanto se tienen dos sistemas aplicables para realizar el mezclado dentro de la fosa:

1. La recirculación con toberas.

2. Agitadores mecánicos.

CAPITULO 4.

DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AGITACIÓN.

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGITACIÓN MECANICA.

El diseño se realiza con el objeto de hacer un dimensionamiento que permita solicitar costos de los equipos para cada sistema de agitación, además para comparar las propuestas que envíen los proveedores como parte de su cotización para el servicio de agitación en la fosa de neutralización.

4.1 ALCANCE.

El presente documento muestra la secuencia de cálculo para estimar los requerimientos mínimos del equipo de agitación para favorecer la neutralización de los efluentes provenientes de la regeneración de la planta DI, en el Centro Procesador de Gas.

4.2 CONSIDERACIONES

Para el mezclado y la homogenización de los efluentes que son recibidos en la fosa de neutralización y favorecer la neutralización con los químicos adicionados, se considera agitación por medio de mezcladores mecánicos.

De acuerdo con los rangos de aplicación y servicio en sistemas de agitación para este caso tenemos la posibilidad de elegir entre propela y turbina.

Aunque la propela abarca un rango mayor de volumen de mezclado, la turbina es la más indicada para los casos de disolución y transferencia de calor.

Tomando en cuenta que el volumen de mezclado para la neutralización se encuentra en el rango que abarca la turbina, se elige este tipo de impulsor para la agitación en la fosa de neutralización.

Los criterios^[1] para determinar el diámetro de la turbina indican una relación de 3:1 a 6:1 con respecto al diámetro del tanque, por tal motivo elegimos considerar la relación 4.5:1

Para establecer el nivel de agitación ^{[2],[3]}, lo hacemos partiendo de la relación de viscosidades. La viscosidad máxima entre la viscosidad mínima determina el nivel de agitación y dado que para nuestro caso es 1, por consiguiente el nivel de agitación es ligero. Debido a que las dimensiones de cada compartimiento es de 5.95 m X 7.40 m, se elige la longitud menor para definir el diámetro del tanque, este será de 5.95 m; con este valor se determinará el diámetro de la turbina.

Tomando en cuenta que se adicionarán químicos, se considera acero inoxidable 316. Los cálculos se realizarán en el sistema inglés y los resultados finales se indicarán en el sistema MKS.

4.3 CRITERIOS DE DISEÑO.

En la tabla 4.1 se indican las propiedades de las sustancias participantes en la neutralización.

Tabla 4.1

Sustancia	Densidad Kg/m ³	Viscosidad cp	Peso %	Sg
H ₂ SO ₄	1830	no requerido	98	-
NaOH	1530	no requerido	50	-
H ₂ O	1000	1	no requerido	-
Mezcla	996	0.94	no requerido	1

Datos del recipiente:

Temperatura de operación:	24.4°C
Presión de Operación:	ATM
Tiempo Requerido para Agitación:	15-20 (minutos)
Forma geométrica de recipiente:	Rectangular
Ancho:	7.40 m 291.34 in
Largo:	5.95 m 234.25 in
Altura promedio interna:	2.22 m 87.40 in
Altura de operación (Z):	1.00 m 39.37 in

Área = Ancho x Largo =	44.03 m ²	68246.4 in ²
Volumen de trabajo:	Área x Altura de operación	
Volumen de trabajo:	44.03 m ³	11631.498 Galones

Datos mecánicos del equipo de agitación:

Montaje: Placa para montaje sobre vigas.

Material del recipiente: Concreto.

Entrada del agitador: Por arriba.

Características eléctricas del motor: 220/440 volts / 3 fases / 60 Hz.

Tomando en cuenta las consideraciones, se tiene:

Nivel de agitación:	1		
Cf de tabla V ^[2] =	1	Cf = Factor de corrección por viscosidad	
Velocidad Volumétrica (Vb) =	6	ft/min	
No. Turbinas (n) =	1		
Diámetro por compartimento (T) =	234.25	in	19.52 ft
Área por compartimento FN-1 (A) =	68246.4	in ²	473.93 ft ²

4.4 CÁLCULOS^[2,3]

4.4.1 Flujo volumétrico (Q):

Para calcular el flujo volumétrico requerimos de valor de la velocidad volumétrica (Vb) en ft/min y el área del compartimento (tomando en cuenta que ambos son iguales) en ft², estos datos se indican en el punto 4.3 de esta misma memoria de cálculo.

$$Q = Vb \times A = 2843.58 \text{ ft}^3/\text{min} \quad \left[1.34 \text{ m}^3/\text{s} \right]$$

Vb: Velocidad volumétrica (ft/min)

A= Área (ft²)

4.4.2 Diámetro de turbina (D):

El diámetro de la turbina se calcula, como ya se mencionó en el punto 4.2, considerando una relación de 4.5:1 con respecto al diámetro considerado del compartimiento.

$$D = \frac{T}{4.5} = 52.06 \text{ in} = 1.32 \text{ m}$$

4.4.3 Velocidad de rotación (N):

Para este cálculo se toman los datos de flujo volumétrico (Q), diámetro de turbina (D) y Número de bombeo (Nq).

$$N_{\text{CALCULADO}} = \frac{Q}{N_q \times D^3} = 40 \text{ RPM}$$

Nq: Número de bombeo

Nq tomado de fig.2 [2] = 0.88 (Para régimen de agitación turbulento)

4.4.4 Verificación de régimen turbulento:

Debido que al calcular la velocidad de rotación en el punto anterior suponemos que tenemos régimen turbulento de agitación debemos verificarlo, para esto requerimos la viscosidad de la mezcla (μ), densidad relativa de la mezcla (Sg), el diámetro de turbina (D) y la velocidad de rotación (N); los dos últimos datos los calculamos en los puntos 4.4.2 y 4.4.3 respectivamente, la densidad relativa (Sg) y la viscosidad de la mezcla se indican en la tabla 1 del punto 4.3

$$N_{\text{Re}} = \frac{10.7 \times Sg \times N \times D^2}{\mu} = 1221000 \quad \text{Se confirma agitación turbulenta}$$

NRe: Número de Reynolds

4.4.5 Diámetro de turbina (Dt), corregido por el factor de viscosidad (Cf):

En la literatura ^[2] nos marca hacer la corrección por viscosidad del diámetro de turbina debido a que el número de Reynolds (N_{Re}) calculado es mayor a 700 el valor del factor de viscosidad es 1.00 (ver tabla V de ^[2]).

$$Dt = D \times Cf = 52 \text{ in} \quad [1.32 \text{ m}]$$

4.4.6 Potencia requerida por la turbina (HP):

Para este cálculo ya contamos con todos los datos que son: Diámetro de la turbina (Dt), Numero de turbinas (n), densidad relativa de la mezcla (Sg) y la Velocidad de rotación (N) por lo que sustituimos los valores y realizamos el cálculo.

$$HP = \left(\frac{Dt}{394} \right)^5 \times n \times Sg \times N^3 = 2.50 \text{ HP} \quad (1.86 \text{ kW})$$

4.4.7 Longitud de la Flecha (L´):

Para realizar el cálculo de la flecha necesitamos los siguientes datos:

Altura fosa:	87.40	in	
espesor de losa:	5.91	in	(dato de campo)
altura de montaje:	6.00	in	(valor estimado)
claro impulsor:	13.00	in	(altura de operación / 3)

$$\text{Longitud de la flecha (L')} = \text{Altura fosa} + \text{espesor de losa} + \text{altura de montaje} - \text{claro impulsor} = 86.3 \text{ in} \text{ (2.2 m)}$$

4.4.8 Torque máximo, Tq(max):

Para realizar este cálculo solo necesitamos la Potencia requerida por la turbina (HP) y la velocidad de rotación (N), valores que ya calculamos en los puntos 4.4.7 y 4.4.3 respectivamente.

$$Tq_{(max)} = S \left(\frac{63025 \times HP}{N} \right) = 3975.74 \text{ lb}_f - in \quad (449.3 \text{ N} - m)$$

4.4.9 Momento máximo, M(max):

Los datos requeridos para este cálculo son la Potencia requerida por la turbina (HP) y la velocidad de rotación (N), Longitud de la flecha (L') y Diámetro de turbina (Dt) calculados en los puntos 4.4.7, 4.4.3, 4.4.8 y 4.4.6 respectivamente.

$$M_{(max)} = S \left(\frac{19000 \times HP \times L'}{N \times Dt} \right) = 1987.18 \text{ lb}_f - in \quad (224.6 \text{ N} - m)$$

4.4.10 Diámetro mínimo de corte, (δs):

Necesitamos datos adicionales además del Torque máximo y el Momento máximo que calculamos en los dos puntos anteriores, los datos adicionales son el esfuerzo permisibles de corte (σ_s) y el esfuerzo permisible de tensión (σ_t) que son los siguientes:

Para acero inoxidable 316, los valores de los esfuerzos permisibles de corte y tensión respectivamente, son:

$$\sigma_s = 6000 \text{ PSI}$$

$$\sigma_t = 10000 \text{ PSI}$$

$$\delta_s = \left[\frac{16 \times (Tq_{(\max)}^2 + M_{(\max)}^2)^{0.5}}{\pi \times \sigma_s} \right]^{1/3} = 1.56 \text{ in} \quad (0.040 \text{ m})$$

4.4.11 Diámetro mínimo de tensión, (δ_t):

Para este cálculo ya contamos con todos los valores, así que realizamos el cálculo.

$$\delta_t = \left[\frac{16 \times (M_{(\max)} + Tq_{(\max)}^2 + M_{(\max)}^2)^{0.5}}{\pi \times \sigma_t} \right]^{1/3} = 1.49 \text{ in} \quad (0.038 \text{ m})$$

De estos dos diámetros se elige el mayor y se ajusta al diámetro comercial inmediato superior ^[3] en este caso $d = 2 \text{ in}$ (0.051 m)

4.4.12 Estimación del peso de las láminas, (Wb):

Igual que en el punto anterior los datos requeridos ya los hemos calculado estos son: diámetro de turbina (Dt), Potencia requerida por la turbina (HP) y la velocidad de rotación (N)

$$Wb = \left(\frac{0.35 \times Dt^3 \times HP}{N} \right)^{0.5} = 55.8 \text{ lb} \quad (25.3 \text{ Kg})$$

4.4.13 Estimación del peso total de la turbina, (W):

$$W = Wb + HW = 75.8 \text{ lb} \quad [34.4 \text{ Kg}]$$

$$HW = 20 \text{ lb} \quad 9.1 \text{ Kg} \quad HW: \text{ peso del soporte de las láminas}$$

4.4.14 Estimación del peso equivalente del sistema, (We):

$$We = W + \frac{0.283}{4} \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times L' = 95.0 \text{ lb} \quad (43.1 \text{ Kg})$$

El peso estimado anteriormente no incluye el reductor ni el motor.

4.4.15 Frecuencia natural del sistema, (Nc):

$$Nc = \frac{3.88E+05 \times (d^2 \times Fm)}{L' \times We^{0.5} \times (L' + Sb)^{0.5}} = 186 \text{ RPM}$$

Nc = Frecuencia natural del Sistema (velocidad máxima de giro de la flecha).

Se recomienda ^[1] no exceder el 65% de la velocidad de giro de la flecha; este valor es: 121 RPM. Comparando la velocidad obtenida y la velocidad máxima recomendada para el agitador, se tiene que es menor que esta última.

Velocidad máxima: 121 RPM > 40 RPM

4.4.16 RESUMEN:

Tipo de impulsor: Turbina

Número de Turbinas: 1

Diámetro de Turbina: 52 in [1.32 m]

Velocidad de agitación: 40 RPM

Consumo de Potencia del Agitador: 2.50 HP [1.86 kW]

Diámetro mínimo de la flecha: 2 in [0.051 m]

4.4.17 Análisis considerando diferentes relaciones de D/T:

Tabla 4.2

DESCRIPCIÓN		4:1	4.5:1	5:1	5.5:1
Diámetro de turbina,	D(in)	58.56	52.06	46.85	42.59
Diámetro de turbina (corregido),	Dt(in)	60.00	52.00	48.00	44.00
Velocidad de rotación,	RPM	25.85	39.71	50.49	65.55
Potencia requerida por la turbina,	HP	5.08	2.48	1.66	1.08

Con relaciones más pequeñas, se requiere mayor diámetro de turbina y más potencia.

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGITACIÓN MEDIANTE TOBERAS^[5].**4.5 ALCANCE**

El presente documento muestra la secuencia de cálculo para determinar la cantidad de toberas para realizar la homogenización de los efluentes de la planta desmineralizadora en la fosa de neutralización.

Para determinar el número de toberas, es necesario que exista el menor número de zonas muertas dentro del sistema.

4.6 CRITERIOS DE DISEÑO.

La fosa de neutralización tiene las siguientes dimensiones:

Lt= 11.88 m (38.97 ft)	Donde:
A= 7.40 m (24.27 ft)	Lt= Longitud total de la fosa
H= 2.22 m (7.28 ft)	A= Ancho
Hmax= 0.87 m (2.85 ft)	H= Altura promedio
	Hmax= Altura máxima de líquido

Actualmente la fosa de neutralización se encuentra dividida en dos por una mampara, por lo tanto, si dividimos a la mitad toda la fosa, podemos considerar que existen dos secciones iguales con las siguientes dimensiones:

Ls= 5.95 m	(19.48 ft)	Donde:
A= 7.40 m	(24.27 ft)	Ls= Longitud de cada sección
H= 2.22 m	(7.28 ft)	
Hmax= 0.87 m	(2.85 ft)	

4.6 CÁLCULOS.

4.6.1 Cálculo del volumen útil por sección (Vu):

$$Vu = L \times A \times Hmax = 38.31 \text{ m}^3 \quad (1,353 \text{ ft}^3)$$

Para que el mezclado sea más eficiente, la bibliografía^[5] recomienda que la presión de operación sea mayor a 20 psig.

Según datos de proveedores (BETE Fog Nozzle, Penberthy), la capacidad de mezclado de cada tobera es 4 veces el flujo de alimentación a la tobera, según la tabla 4.3 para diferentes presiones. El número de toberas se determina en función del volumen total a mezclar, la capacidad de mezclado de cada tobera y el tiempo requerido para mezclar el volumen total. Por lo tanto:

4.6.2 NUMERO DE TOBERAS:

$$\text{Numero de educutores} = \frac{Vu / Tm}{GPM \text{ mezclados P/ unidad}}$$

Tm = Tiempo de mezclado del volumen útil.

GPM TOTALES REQUERIDOS = NUMERO DE TOBERAS x GPM REQUERIDOS P/UNIDAD

TABLA 4.3

		TIEMPO DE MEZCLADO (Tm)									
		DIÁMETRO DE SUCCIÓN DEL EDUCTOR (in) (Nota 1)		GPM REQUERIDOS P/UNIDAD (Nota 1)		10 min		15 min		20 min	
						NUMERO DE EDUCTORES	GPM TOTALES REQUERIDOS	NUMERO DE EDUCTORES	GPM TOTALES REQUERIDOS	NUMERO DE EDUCTORES	GPM TOTALES REQUERIDOS
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Nota 1)	25 psig	3/8	14	56	19	266	13	361	10	247	
		3/4	21	84	13	273	9	169	7	117	
		1 1/2	53	212	5	265	4	25	3	20	
	30 psig	3/8	16	64	16	256	11	256	8	176	
		3/4	23	92	11	253	8	121	6	88	
		1 1/2	58	232	5	290	3	25	3	15	
	35 psig	3/8	17	68	15	255	10	225	8	150	
		3/4	25	100	11	275	7	121	6	77	
		1 1/2	63	252	5	315	3	25	3	15	
	40 psig	3/8	18	72	15	270	10	225	8	150	
		3/4	27	108	10	270	7	100	5	70	
		1 1/2	66	264	4	264	3	16	2	12	
50 psig	3/8	20	80	13	260	9	169	7	117		
	3/4	30	120	9	270	6	81	5	54		
	1 1/2	75	300	4	300	3	16	2	12		

NOTAS:

- 1.- Estos valores fueron tomados de la información proporcionada por proveedores.
- 2.- Los valores de GPM requeridos mostrados en la tabla, varían dependiendo del proveedor de TOBERAS en aproximadamente $\pm 10\%$

Estableciendo un tiempo de mezclado de 15 min a 19 min se tiene la siguiente tabla:

TABLA 4.4

		TIEMPO DE MEZCLADO (Tm)														
		15 min		16 min		17 min		18 min		19 min						
		DIÁMETRO DE SUCCIÓN DEL EDUCTOR (in) (Nota 1)	GPM REQUERIDOS PUNIDAD (Nota 1)	GPM MEZCLADOS PUNIDAD	NUMERO DE EDUCTORES	GPM TOTALES REQUERIDOS										
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Nota 1)	25 psig	3/8	14	56	13	182	12	168	11	154	11	154	10	140		
		3/4	21	84	9	189	8	168	8	168	7	147	7	147		
		1 1/2	53	212	4	212	3	159	3	159	3	159	3	159		
	30 psig		3/8	16	64	11	176	10	160	10	160	9	144	9	144	
			3/4	23	92	8	184	7	161	7	161	7	161	6	138	
			1 1/2	58	232	3	174	3	174	3	174	3	174	3	174	
		35 psig		3/8	17	68	10	170	10	170	9	153	9	153	8	136
				3/4	25	100	7	175	7	175	6	150	6	150	6	150
				1 1/2	63	252	3	189	3	189	3	189	3	189	3	189
	40 psig		3/8	18	72	10	180	9	162	9	162	8	144	8	144	
			3/4	27	108	7	189	6	162	6	162	6	162	5	135	
			1 1/2	66	264	3	198	3	198	3	198	3	198	3	198	
50 psig			3/8	20	80	9	180	8	160	8	160	8	160	7	140	
			3/4	30	120	6	180	6	180	5	150	5	150	5	150	
	1 1/2	75	300	3	225	3	225	2	150	2	150	2	150			

Para determinar el tobera adecuada, es necesario que la cantidad seleccionada deje menos zonas muertas. Por lo tanto, seleccionamos toberas de 3/4 in a 40 psig, ya que los de 3/8 son muy pequeños y los de 1 1/2 in generarían zonas muertas por ser pocos.

Por lo tanto de la tabla 4.4 se tiene:

Tiempo de mezclado: 16 min.

Cantidad por sección: 6

Tamaño: 3/4 in

Presión de operación: 40 psig.

Flujo total requerido para toberas: 162 GPM en cada sección

Por lo tanto se requieren para la fosa de neutralización: 12 toberas de 3/4 pulgada.

CAPITULO 5.

SELECCIÓN ECONÓMICA.

5.0 SELECCIÓN ECONÓMICA.

Es necesario señalar que con el proyecto actual no se busca un beneficio monetario directamente, ya que se trata de un proceso para el tratamiento de un residuo no deseado, por esto se debe destacar que el beneficio obtenido se encuentra intrínseco en el tratamiento, se trata de un beneficio ecológico, que si bien no puede ser evaluado, en un principio en términos monetarios, sigue siendo a final de cuentas indispensable el aplicarlo. Por esto, los dos sistemas de agitación alternativos representan una erogación monetaria para la cual no existirá un retorno económico, sino ambiental. De esta manera, la comparación económica entre los dos sistemas de agitación, se basará primeramente, en el cumplimiento de los requerimientos técnicos, para posteriormente, seleccionar la alternativa más económica en cuanto a inversión y/o costos de operación.

Independientemente del tamaño o tipo de proyecto, cualquier análisis económico está basado en dos conceptos fundamentales:

1. La inversión de capital, un único pago requerido para convertir la idea del proyecto en una realidad.
2. Los ingresos netos del proyecto, una función continua en el tiempo, que representa los fondos generados por el proyecto menos los costos de operación del mismo.

Un análisis económico del proyecto, involucra la estimación de estos conceptos mediante diversas técnicas de distinta complejidad y grado de exactitud, dependiendo de la naturaleza de los resultados que se requieran para el desarrollo actual del proyecto, estos dos puntos son combinados para generar un criterio del desempeño económico. Expresado en forma simbólica:

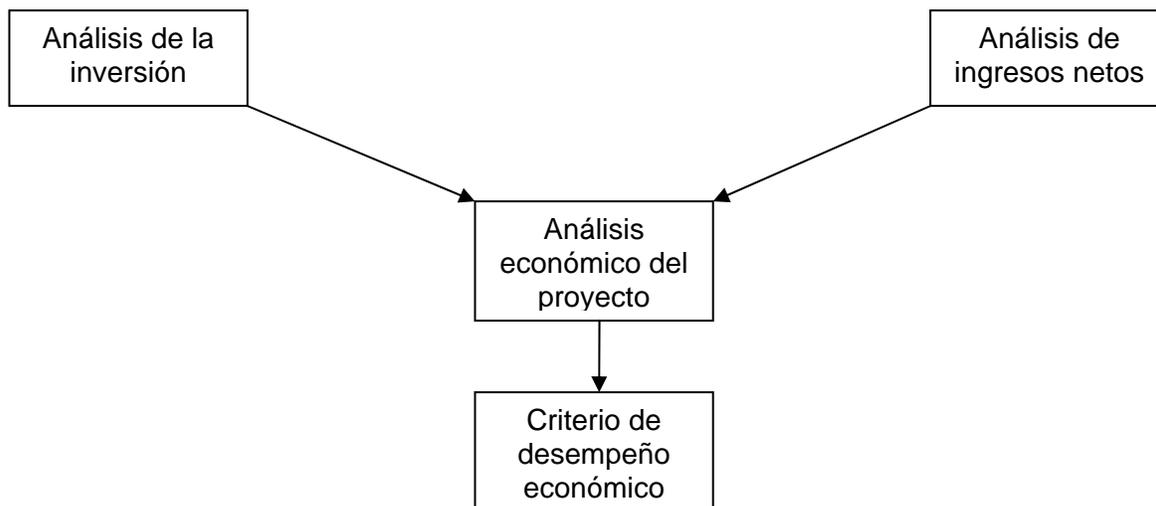


Fig. 5.1 Análisis económico del proyecto.

5.1 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO ECONÓMICO.

Para poder hacer un análisis de la factibilidad económica para un proyecto, y poder compararlo con otras opciones posibles, es necesario basarnos en ciertos criterios de comparación ya establecidos. Estos criterios son:

1. Valor presente neto (VPN).
2. Tiempo de recuperación de la inversión
3. Tasa interna de recuperación (TIR)
4. Relación Beneficio/Costo y/o Costo Beneficio
5. La inversión total.
6. Costos de operación y mantenimiento.

Por esta razón, los criterios para la evaluación del desempeño económico de las distintas alternativas serán:

1. La inversión total.
2. Costos de operación y mantenimiento.

5.2 ESTIMADO DE LA INVERSIÓN DE TOTAL.

Una vez que el análisis técnico inicial ha mostrado cuales alternativas son factibles, se debe realizar un primer estimado de los costos de inversión, seguido del cálculo de los costos de operación.

En términos de costos, se debe hacer una tentativa para decir de qué orden de magnitud se desea la estimación de costos. Por supuesto, dicho estimado es inexacto, pero más adelante será fácil decidir si es factible hacer un estimado más preciso. La aproximación estimada de costos de inversión se subdivide en métodos “preliminares”, métodos “intermedios” y métodos “detallados”.

Método	Información Requerida	Precisión
Preliminar	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bases de diseño ○ Tipo de proceso ○ Capacidades 	20% a 40%
Intermedios	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bases de diseño ○ Costo de equipos individuales ○ Balances de materia y energía 	15% a 20%
Detallados	<ul style="list-style-type: none"> ○ Estimación detallada de costos punto por punto 	15% a 7%

Tabla 5.1 Precisión de los métodos de estimación de costos e información requerida

Para la selección del sistema, a continuación se indican los costos preliminares de análisis de tecnologías.

EQUIPO O ACCESORIO	CARACTERISTICAS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
BOMBA CENTRIFUGA	10 HP, 250 GPM ACERO INOXIDABLE 316	2 UNIDADES (NOTA 1)	\$ 3800	\$ 7,600
TOBERAS	3/4 " AISI 316	12 UNIDADES (NOTA 2)	\$ 325	\$ 3,900
TUBERIA (EN ACERO INOX 316)	4" CED 40, CON COSTURA (SUCCIÓN)	12 metros	\$ 120	\$ 1,440
	4" CED 40, CON COSTURA (DESCARGA)	36 metros	\$ 120	\$ 4,320
ACCESORIOS (EN ACERO INOX 316)	CODO DE 90 DE 4 "	12 UNIDADES	\$ 55	\$ 660
	VALV. CHECK 4"	2 UNIDADES	\$ 768	\$ 1,536
	VALV. DE MARIPOSA 4"	8 UNIDADES	\$ 213	\$ 1,704
	TE 4"	6 UNIDADES	\$ 50	\$ 300
	VALV. PICHANCHA 4"	2 UNIDADES	\$ 2,000	\$ 4,000
TOTAL (USD)				\$ 25,460

Tabla 5.2 Costo del sistema de recirculación con toberas.

EQUIPO O ACCESORIO	CARACTERISTICAS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
AGITADOR	MOTOR 5 HP, FLECHA DE 2.5 " IMPULSOR DE FLUJO RADIAL DE 52 " DE DIAMETRO, PLACA PARA MONTAJE, CAPACIDAD DE BOMBEO DE 21,396 GPM, MATERIAL ACERO INOX. 316	2 UNIDADES (NOTA 2)	\$ 8,710 USD/UNIDAD	\$ 17,420 USD
TOTAL (USD)				\$ 17,420

Tabla 5.3 Costo del sistema con mezclador mecánico.

NOTAS

1. Se incluye una unidad en Stand By y una en operación.
2. Es la cantidad requerida para el volumen total de la fosa.
3. Los costos no incluyen IVA.

4. Los costos indicados pueden cambiar con el paso del tiempo.
5. No se considera el costo de sistema de dosificación por que es el mismo para ambos casos.

5.3 COSTOS DE INSTALACIÓN.

5.3.1 Sistema de toberas

Con los costos de los equipos podemos estimar los costos de instalación de la siguiente manera:

- a) Las bombas centrífugas para recirculación tienen un costo de \$3800 dólares cada una, (el costo de las 2 bombas es de 7600 USD)

Su costo estimado de instalación se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Costo del equipo} \times 0.60^{[12]} = 3800 \text{ USD} \times 2 \times 0.6 = 4560 \text{ dólares.}$$

- b) Para los agitadores mecánicos el calculo es el mismo solo que el factor cambia así que tenemos costo de los agitadores $\times 0.40^{[12]} = 17420 \times 0.40 = 6968 \text{ dólares.}$

Con estos valores podemos sacar un costo de instalación para los equipos más importantes, para estimar el costo de instalación de tubería, instrumentación y suministro eléctrico del sistema de recirculación con bombas y toberas tenemos lo siguiente:

- a) Costo de instalación de tuberías es el siguiente =

$$(\text{Costo del equipo y accesorios} + \text{el costo de instalación de las bombas}) \times 0.3^{[12]} = \\ (25460 + 4560) \times 0.3 = 9006 \text{ dólares.}$$

- b) El costo de instalación de la instrumentación =

$$(\text{Costo del equipo y accesorios} + \text{el costo de instalación de las bombas}) \times 0.12^{[12]} = \\ (25460 + 4560) \times 0.12 = 3602.4 \text{ dólares.}$$

- c) Costo de suministro eléctrico =

$$(\text{Costo del equipo y accesorios} + \text{el costo de instalación de las bombas}) \times 0.05^{[12]} = \\ (25460 + 4560) \times 0.05 = 1501 \text{ dólares.}$$

Con esto podemos integrar un costo preliminar por equipo e instalación que queda de la siguiente manera:

CONCEPTO	COSTO (USD)
Equipo y accesorios	\$ 25,460.00
Instalación de bombas	\$ 4,560.00
Instalación de tuberías	\$ 9,006.00
Instalación de instrumentación	\$ 3,602.40
Suministro eléctrico	\$ 1,501.00
TOTAL(USD)	\$ 44,129.40

TABLA 5.4 Costos de instalación

A este costo se le debe agregar todavía el costo por Ingeniería y Construcción que contribuye aproximadamente con un 25%^[12], así que el costo estimado para este sistema sería de \$ **55161.75 dólares**.

5.3.2 Sistema de Agitador Mecánico

Para calcular el costo por instalación de instrumentación y suministro eléctrico del sistema de agitación mecánica tenemos lo siguiente:

- a) El costo de instalación de la instrumentación =
 (Costo del equipo y accesorios + el costo de instalación de agitadores) x 0.12^[12] =
(17420 + 6968) x 0.12 = 2926.56 dólares.
- b) Costo de suministro eléctrico =
 (Costo del equipo y accesorios + el costo de instalación de agitadores) x 0.05^[12] =
(17420 + 6968) x 0.05 = 1219.40 dólares.

Con esto podemos integrar un costo preliminar por equipo e instalación que queda de la siguiente manera:

CONCEPTO	COSTO (USD)
Equipo y accesorios	\$ 17,420.00
Instalación de agitadores	\$ 6,968.00
Instalación de instrumentación	\$ 2,926.56
Suministro eléctrico	\$ 1,219.40
TOTAL(USD)	\$ 28,533.96

TABLA 5.5 Costos de instalación

A este costo se le debe agregar todavía el costo por Ingeniería y Construcción que contribuye aproximadamente con un 25%^[12], así que el costo estimado para este sistema sería de \$ **35667.45 dólares**.

5.4 COSTOS DE OPERACIÓN.

Los costos de operación se evaluarán partiendo de las capacidades nominales de los motores eléctricos de las bombas así como de los agitadores.

a) BHP para las bombas: 10 HP = 7.457 kW.

$$7.457 \text{ kW} \times 0.676 \frac{\$}{\text{kW h}} = 5.044 \frac{\$}{\text{h}} \text{ Este es el costo de energía eléctrica por hora.}$$

Con el costo por hora calculamos el costo al año, multiplicando las horas de consumo eléctrico del motor al año por el costo de energía eléctrica por hora y esto nos da:

$$273.75 \frac{\text{h}}{\text{año}} \times 5.044 \frac{\$}{\text{h}} = 1380.79 \frac{\$}{\text{año}} \text{ Este es el costo de energía eléctrica por año.}$$

b) BHP para los agitadores: 5 HP x dos agitadores = (3.73 kW x 2)=7.457 kW.

$$7.457 \text{ kW} \times 0.676 \frac{\$}{\text{kW h}} = 5.044 \frac{\$}{\text{h}} \text{ Este es el costo de energía eléctrica por hora.}$$

Con el costo por hora calculamos el costo al año, multiplicando las horas de consumo eléctrico del motor al año por el costo de energía eléctrica por hora y esto nos da:

$$273.75 \frac{\text{h}}{\text{año}} \times 5.044 \frac{\$}{\text{h}} = 1380.79 \frac{\$}{\text{año}} \quad \text{Este es el costo de energía eléctrica por año.}$$

CAPITULO 6.

CONCLUSIONES.

CONCLUSIONES:

- Con los valores obtenidos se puede valorar la información proporcionada por los fabricantes para asegurar que el equipo recomendado cumple con los requerimientos de agitación.
- Analizando la información proporcionada por los proveedores, se tiene:

Tabla 6.1				
	CALCULADO		PROVEEDOR	
Tipo de impulsor:	TURBINA		TURBINA	
Numero de Turbinas:	1		1	
Diámetro de Turbina:	52.06 in	1.32 m	52.00 in	1.32 m
Velocidad de agitación:	40 RPM		37 RPM	
Consumo de Potencia del Agitador:	2.50 HP	1.86 kW	2.91 HP	2.17 kW
Diámetro mínimo de la flecha:	2.00 in	0.051 m	2.50 in	0.064 m
Longitud de la flecha:	86.3 in	2.19 m	81.00 in	2.06 m

La información de para agitador mecánico se encuentra dentro de rango esperado.

- Con base a los resultados de la tabla 4.4, la cantidad de toberas seleccionadas, puede realizar el mezclado del contenido de la fosa de 16 min. a 18 min. a 40 psig.
- Considerando la misma cantidad y tamaño de toberas se puede operar a 30, 35 y 50 psig, en un rango de tiempo de 15 a 19 min.; sin embargo esto implica diferentes flujos.
- Con base a los resultados obtenidos y como se muestra en las tablas 5.2 y 5.3, el costo de la recirculación con boquillas es mayor con respecto al costo de los agitadores mecánicos.

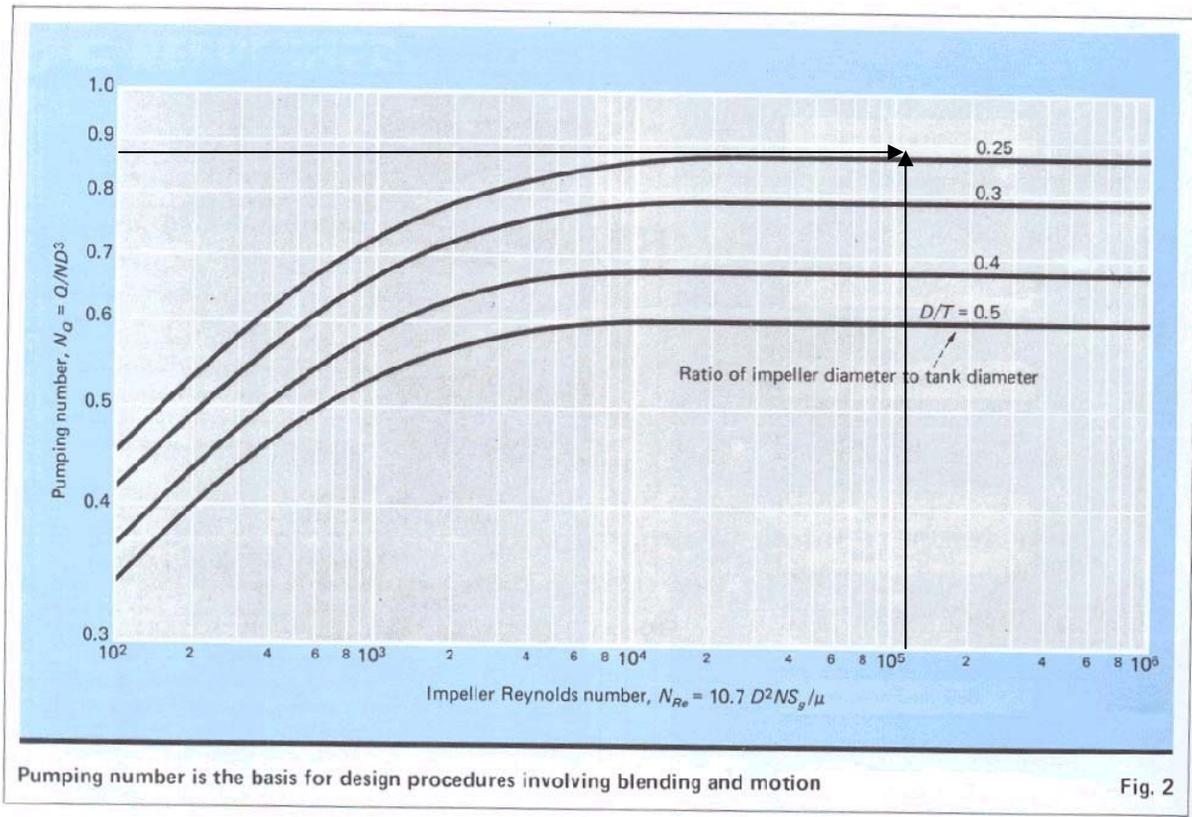
Por lo tanto la decisión será la de implementar el sistema de agitación por medio de agitadores mecánicos.

CAPITULO 7.

ANEXOS.

ANEXO I.

De referencia ^[3] (Application guidelines for turbine agitators).



Factor de corrección de viscosidad para diámetro de turbina.

Tabla V (De referencia ^[3])			
Reynolds number	Factor	Reynolds number	Factor
Nre	Cf	Nre	Cf
700	1.00	150	0.93
500	0.99	100	0.91
400	0.98	80	0.90
300	0.97	70	0.89
200	0.95	60	0.88
		50	0.87

ANEXO II.

- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA FOSA DE NEUTRALIZACIÓN.
(SISTEMA DE RECIRCULACIÓN CON BOMBA Y TOBERAS).

- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA FOSA DE NEUTRALIZACIÓN.
(SISTEMA DE AGITACIÓN MECÁNICA).

NOTAS

1.- EL VOLUMEN ÚTIL DE CAPTACION DEL EFLENTE DE LA PLANTA DEIONIZADORA EN LA FOSA DE NEUTRALIZACION DEPENDE DE LA LOCALIZACION DE LAS BOQUILLAS DE ALIMENTACION.

BA-533A/B

BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL AUTOCEBANTE
SERVICIO: REGULACION Y MEZCLADO DEL CONTENIDO DE LA FOSA DE NEUTRALIZACION
CAP: 162 GPM
Pases: 3.44 kg/cm² (50 lb/in²)
MATERIA: ACERO INOXIDABLE 316
MOTOR ELECTRIC
POT: 10 HP

FN-1A/B

FOSA DE NEUTRALIZACION
SERVICIO: NEUTRALIZAR EFLENTE DE RECUPERACION DE UNIDADES DE PLANTA DESMINERALIZADORA
CAP (UTIL): 38.3 m³ (10119 GAL)
LARGO: 5.95 m (19.52 ft)
ANCHO: 7.40 m (24.28 ft)
ALTURA: 2.22 m (7.28 ft)
MATERIA: CONCRETO

TH-10A

TANQUE HORIZONTAL
SERVICIO: ALMACENAMIENTO DE ACIDO SULFURICO AL 98%

BD-522A/B

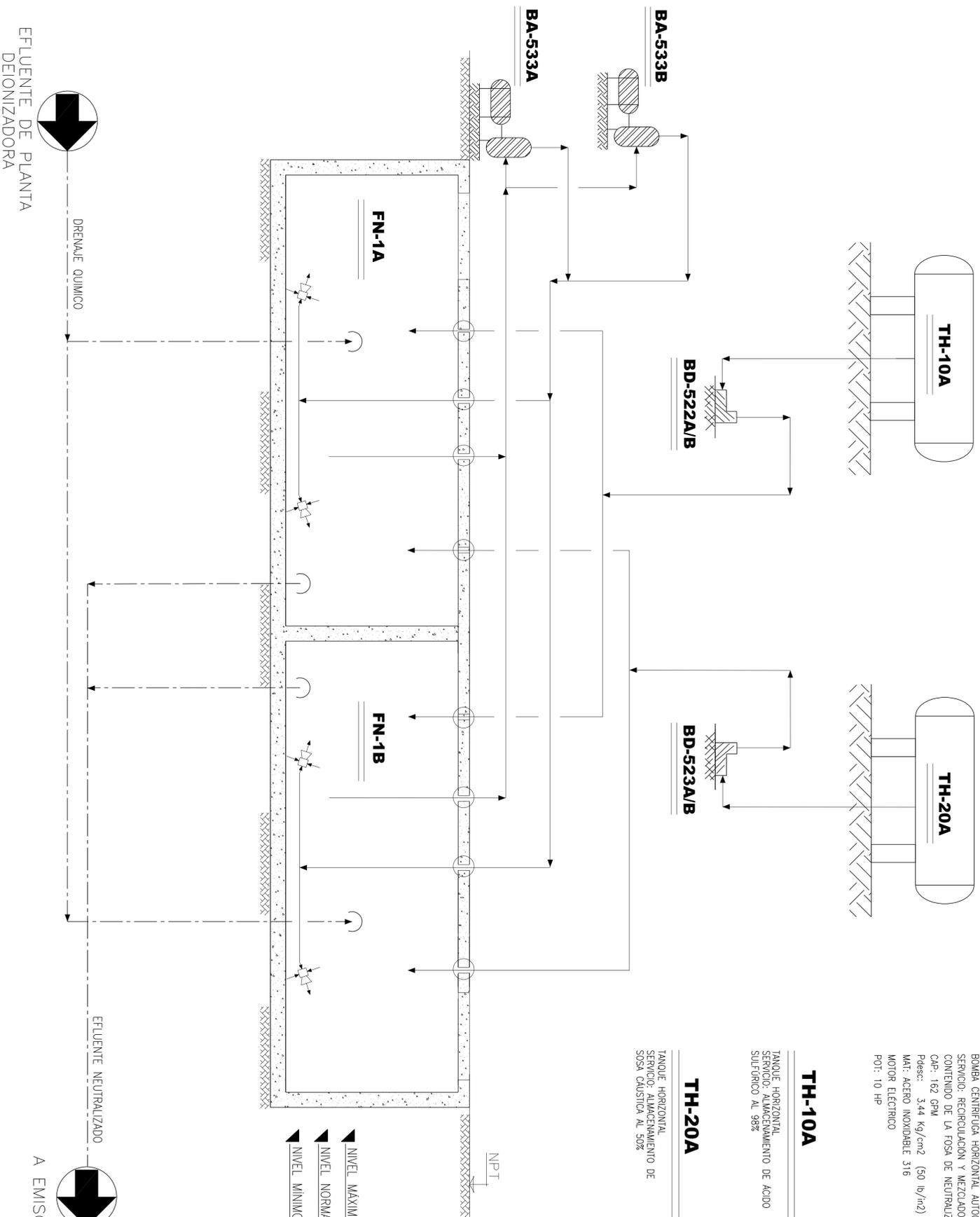
BOMBA DOSIFICADORA
SERVICIO: SUMINISTRO DE ACIDO SULFURICO AL 98% PARA NEUTRALIZACION EN FOSA FN-1 A/B

TH-20A

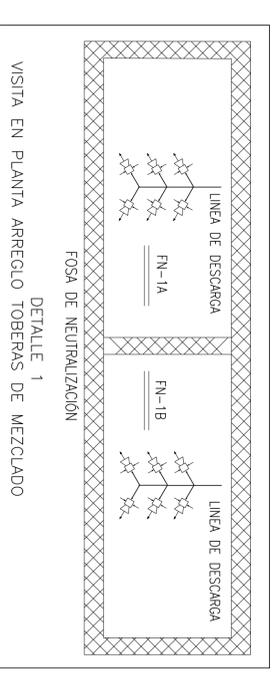
TANQUE HORIZONTAL
SERVICIO: ALMACENAMIENTO DE SODA CAUSTICA AL 30%

BD-523A/B

BOMBA DOSIFICADORA
SERVICIO: SUMINISTRO DE SODA CAUSTICA (NaOH 50%) PARA NEUTRALIZACION EN FOSA FN-1A/B



▲ NIVEL MAXIMO: 1.0 m (3.28 ft)
 ▲ NIVEL NORMAL: 0.7 m (2.29 ft)
 ▲ NIVEL MINIMO: 0.0 m (0.00 ft)



SIMBOLOGÍA

	LINEA NUEVA.
	LINEA EXISTENTE.
	EJECTOR O EDUCTOR
	EQUIPO EXISTENTE.
	EQUIPO NUEVO.
	LIMITE DE BATERIA.

CP	FECHA	REVISIONES	FECHA	FOR	Va. Pa.	NUMERO	DIBUJOS DE REFERENCIA	APROBADO POR:	HDR
	SEPT-08	REVISION A	SEPT-08	GRL	JJOR			ING. JOSE ANTONIO ORTIZ RAMIREZ, RESERVA	JJOR
		DESCRIPCION PARA REVISION Y/O COMENTARIOS						ING. ANTONIO VALENTE BARDERAS, VOZAL	AVB
								ING. HUMBERTO RANGEL DAVALOS, SECRETARIO	HDR

DIBUJO ELABORADO EN: MEXICO D.F.		SEPT 2008	ESC. SIN
DIB.	GRL	SEPT-08	ACOT. SIN
PROY.	GRL	SEPT-08	
APROB.	JJOR	SEPT-08	
APROB.	AVB	SEPT-08	
APROB.	HRD	SEPT-08	

"SELECCION DEL SISTEMA DE AGRACION PARA LA FOSA DE NEUTRALIZACION DE UN CENTRO PROCESADOR DE GAS."		"DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA FOSA DE NEUTRALIZACION (SISTEMA DE RECIRCULACION CON BOMBA Y TOBERNAS)."	
LOCALIZACION: MEXICO, D.F.		TESIS	
F-001		REV. A	

NOTAS

- EL VOLUMEN ÚTIL DE CAPTACIÓN DEL EFLENTE DE LA PLANTA DEIONIZADORA EN LA FOSA DE NEUTRALIZACIÓN DEPENDE DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS BOQUILLAS DE ALIMENTACIÓN.
- LA FOSA DE NEUTRALIZACIÓN ESTA DIVIDIDA EN DOS (FN-1A, FN-1B).

AG-503A/B

AGITADOR MECANICO
SERVICIO: MEZCLADO DEL CONTENIDO DE LA FOSA DE NEUTRALIZACIÓN
POT: 5 HP
MAT: ACERO INOXIDABLE 316

BD-522A/B

BOMBA DOSIFICADORA
SERVICIO: SUMINISTRO DE ACIDO SULFÚRICO AL 98% PARA NEUTRALIZACIÓN EN FOSA FN-1 A/B

TH-10A

TANQUE HORIZONTAL
SERVICIO: ALMACENAMIENTO DE ACIDO SULFÚRICO AL 98%

BD-523A/B

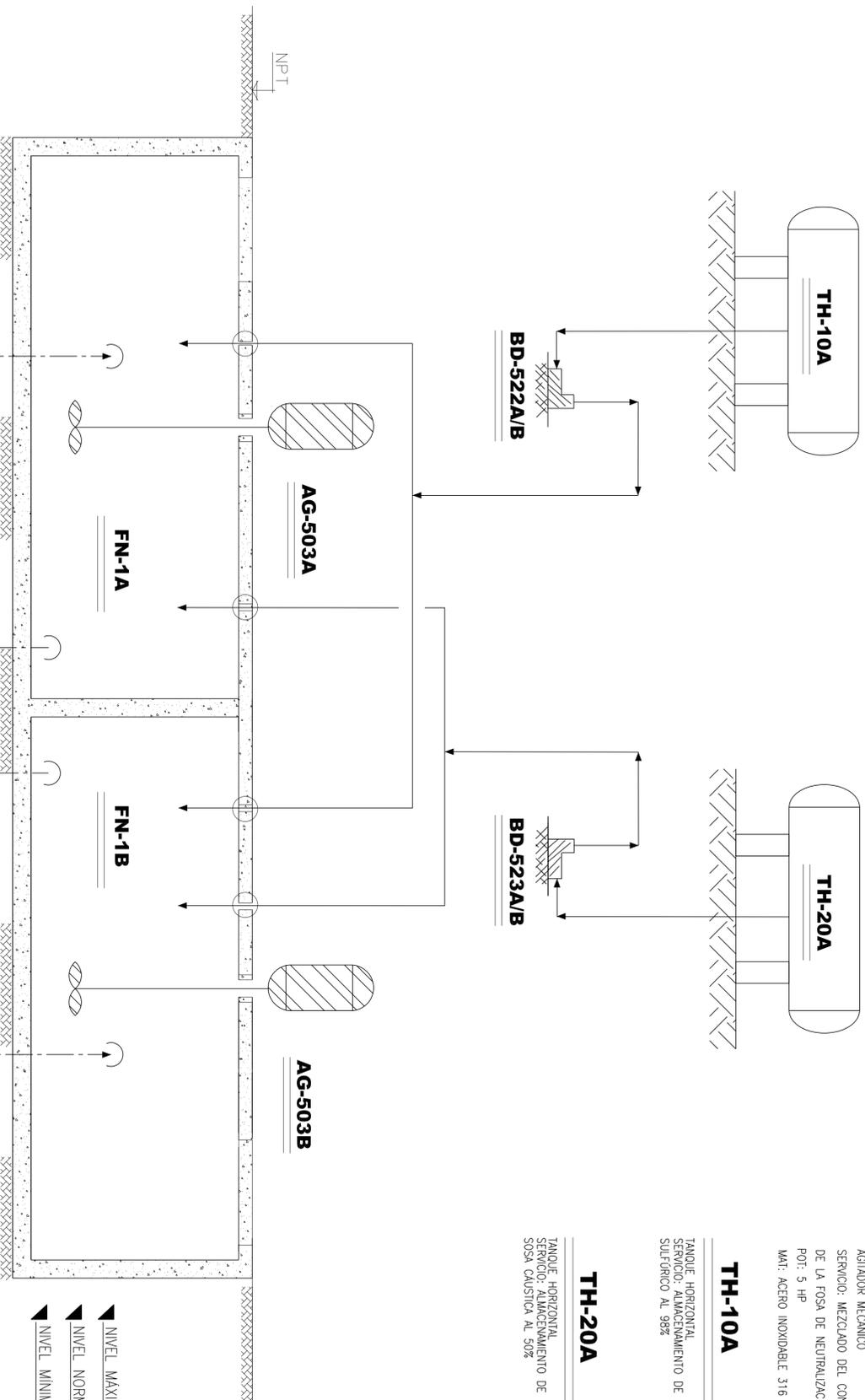
BOMBA DOSIFICADORA
SERVICIO: SUMINISTRO DE SOSA CAUSTICA (NaOH 50%) PARA NEUTRALIZACIÓN EN FOSA FN-1A/B

TH-20A

TANQUE HORIZONTAL
SERVICIO: ALMACENAMIENTO DE SOSA CAUSTICA AL 50%

FN-1A/B

FOSA DE NEUTRALIZACIÓN
SERVICIO: NEUTRALIZAR EFLENTE DE REGENERACION DE UNIDADES DE PLANTA DESMINERALIZADORA
CAP (UTIL): 38.3 m³ (10119 GAL)
LARGO: 5.95 m (19.52 ft)
ANCHO: 7.40 m (24.28 ft)
ALTURA: 2.22 m (7.28 ft)
MAT: CONCRETO



- ▲ NIVEL MAXIMO: 1.0 m (3.28 ft)
- ▲ NIVEL NORMAL: 0.7 m (2.29 ft)
- ▲ NIVEL MINIMO: 0.0 m (0.00 ft)

SIMBOLOGÍA

	LÍNEA NUEVA.
	LÍNEA EXISTENTE.
	EQUIPO EXISTENTE.
	EQUIPO NUEVO.
	LIMITE DE BATERIA.

EFLENTE DE PLANTA DEIONIZADORA

EFLENTE NEUTRALIZADO
A EMISOR

CP	FECHA	REVISIONES	DESCRIPCION	FECHA	FOR	Va.Bo	NÚMERO	DIBUJOS DE REFERENCIA	APROBADO POR:	HDR
	SEPT-08	A	PARA REVISION V/O COMENTARIOS	SEPT-08	GRL	JAOR			ING. JOSE ANTONIO ORTIZ RAMIREZ, RESERVA	JAOR
									ING. ANTONIO VALENTE BARDERAS, VOZAL	AVB
									ING. HUMBERTO RANGEL DAVALOS, SECRETARIO	HDR

DIBUJO ELABORADO EN: MÉXICO D.F.	SEPT 2008
DIB. GRL	SEPT-08
PROY. GRL	SEPT-08
APROB. JAOR	SEPT-08
APROB. AVB	SEPT-08
APROB. HDR	SEPT-08
ESC. SIN	ACOT. SIN
LOCALIZACIÓN: MÉXICO. D.F.	F-001
REV. A	

"SELECCION DEL SISTEMA DE AGITACIÓN PARA LA FOSA DE NEUTRALIZACIÓN DE UN CENTRO PROCESADOR DE GAS."
DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA FOSA DE NEUTRALIZACIÓN,
(SISTEMA DE AGITACIÓN MECÁNICA).

ANEXO III.

- Hoja de especificación de Ácido Sulfúrico H_2SO_4
- Hoja de especificación de Sosa Cáustica $NaOH$

N° de Documento: NRF-055-PEMEX-2004	
Rev.: 0	
Fecha: 19 de abril de 2004	COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS
PÁGINA 1 DE 9	SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA

**ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO
SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS
PROCESOS INDUSTRIALES DE
PETRÓLEOS MEXICANOS**



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO
SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS
PROCESOS INDUSTRIALES DE
PETRÓLEOS MEXICANOS

No. de Documento
NRF-055-PEMEX-2004

Rev.: 0

PÁGINA 2 DE 9

HOJA DE APROBACIÓN

ELABORA:

ING. ARMANDO AYALA MENDOZA
COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO

PROPONE:

ING. MARCOS RAMÍREZ SILVA
PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN
DE PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA

APRUEBA:

ING. VICTOR RAGASOL BARBEY
PRESIDENTE SUPLENTE DEL COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS
MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS</p>	<p>NRF-055-PEMEX-2004</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 3 DE 9</p>
--	---	--

CONTENIDO

CAPÍTULO	PÁGINA
0. INTRODUCCIÓN	4
1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	5
3. CAMPO DE APLICACIÓN	5
4. ACTUALIZACIÓN	5
5. REFERENCIAS	5
6. DEFINICIONES	6
7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	6
8. DESARROLLO	7
8.1 Especificaciones	7
8.1.1 Propiedades Físicas	8
8.1.2 Propiedades Químicas	8
8.1.3 Características Organolépticas	8
8.2 Criterios para la recepción del producto en los centros de trabajo	8
8.3 Precauciones para el manejo de ácido sulfúrico	9
9. RESPONSABILIDADES	9
9.1 De las Áreas de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios	9
9.2 De los Grupos de Trabajo de Normatividad	9
9.3 De los Proveedores del ácido sulfúrico	9
10. CONCORDANCIA CON NORMAS MEXICANAS O INTERNACIONALES	9
11. BIBLIOGRAFÍA	9
12. ANEXOS	9

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS</p>	<p>NRF-055-PEMEX-2004</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 4 DE 9</p>
--	---	--

0. INTRODUCCIÓN

Históricamente, Petróleos Mexicanos ha utilizado el ácido sulfúrico para acondicionar el pH de la calidad de agua de enfriamiento y el control sobre la calidad del mismo se dejaba a los parámetros de calidad y criterios proporcionada por los proveedores. Con la aplicación de la tecnología de resinas de intercambio iónico en las plantas de desmineralización para acondicionar el agua de alimentación a calderas, el ácido sulfúrico amplió su aplicación industrial como regenerante de resinas.

En la actualidad, el agua de alimentación a las calderas requiere de parámetros de control muy finos, por lo que las resinas de intercambio iónico se han modernizado y actualmente se usan resinas sintéticas que son muy susceptibles para degradarse cuando no se usa el ácido sulfúrico como regenerante con la calidad adecuada. Así mismo, el ácido sulfúrico tiene un papel importante como acondicionador de pH en el agua de enfriamiento y en otros procesos industriales de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios en los cuales se requiere preservar condiciones estrictas de contaminantes en determinados parámetros de control, de tal forma que no afecten la funcionalidad de los demás productos químicos que se usan, como son los inhibidores de corrosión e incrustación y de control microbiológico.

Debido a que la Norma Mexicana NMX-K-002-1977, actualmente no cubre las necesidades de Petróleos Mexicanos respecto a la calidad del ácido sulfúrico requerida para su uso en los procesos industriales a los que se destina, es necesario para efectos de trámite de adquisición de esta sustancia química, el contar con una Norma de Referencia para Petróleos Mexicanos.

En consenso con representantes de las subsidiarias de Petróleos Mexicanos, Pemex Petroquímica, Pemex Refinación, Pemex Gas y Petroquímica Básica y Pemex Exploración y Producción, de fabricantes nacionales y usuarios del producto, se estableció la especificación de ácido sulfúrico que define los valores de los parámetros de calidad requeridos por Petróleos Mexicanos y que difieren de los indicados en la Norma Mexicana NMX-K-002-1977. Por lo que para cumplir con la Normatividad vigente en la materia, se estableció esta Norma de Referencia que cubre las necesidades más estrictas de Petróleos Mexicanos.

Lista de participantes:

Pemex Gas y Petroquímica Básica
 Pemex Petroquímica
 Pemex Refinación
 Pemex Exploración y Producción
 Petróleos Mexicanos
 Agrogen
 Industrial Minera México
 Industrias Peñoles

1. OBJETIVO

Establecer las propiedades físico químicas y de calidad de ácido sulfúrico al 98% de concentración, que cumplan los requerimientos de Petróleos Mexicanos para el uso principal de regenerantes de resinas de intercambio iónico y acondicionadores de pH en sistemas de agua de enfriamiento.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS</p>	<p>NRF-055-PEMEX-2004</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 5 DE 9</p>
--	---	--

2. ALCANCE

Esta Norma de Referencia contempla las especificaciones técnicas para la calidad del ácido sulfúrico al 98% peso de concentración, que debe emplearse en la regeneración de las resinas de intercambio iónico de las plantas de desmineralización, acondicionador de pH en el agua de enfriamiento y en otros procesos industriales de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma de Referencia es de aplicación general y observancia obligatoria en la adquisición o arrendamiento de los bienes y/o servicios objeto de la misma, que lleven a cabo las áreas de trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, por lo que debe ser incluida en los procedimientos de contratación: licitación pública, invitación a cuando menos 3 personas, o adjudicación directa, como parte de los requisitos que debe de cumplir el proveedor, contratista o licitante.

4. ACTUALIZACIÓN

Esta Norma de Referencia, se debe revisar y actualizar en un tiempo máximo de 5 años a partir de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Las sugerencias para la revisión y actualización de esta norma, deben enviarse al Secretario del Subcomité Técnico de Normalización de Pemex Gas y Petroquímica Básica, quién debe programar y realizar la actualización de acuerdo a la procedencia de las mismas, y en su caso, inscribirlas dentro del Programa Anual de Normalización de Petróleos Mexicanos, a través del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

Las propuestas y sugerencias de cambio deben dirigirse por escrito a:

Subcomité Técnico de Normalización de Pemex Gas y Petroquímica Básica
 Av. Marina Nacional 329 Torre Ejecutiva Piso 15
 Col. Huasteca, México D. F.
 C. P. 11311
 Teléfono Conmutador 19-44-50-05 Ext. 55131
 Teléfono Directo 19-44-51-31
 Fax: Directo: 19-44-50-88, Ext. 55088

5. REFERENCIAS

NMX-K-002-1977	Especificaciones del Ácido Sulfúrico.
NMX-K-230-1968	Método de muestreo para ácido sulfúrico.
NMX-K-226-1979	Determinación de acidez total en ácido sulfúrico. Método volumétrico.
NMX-K-227-1968	Determinación de arsénico en ácido sulfúrico. Método de Gutzelt.
NMX-K-233-1970	Determinación de hierro en ácido sulfúrico. Método de la 1, 10 Fenantrolina.
NMX-K-229-1968	Determinación de metales pesados en ácido sulfúrico. Método turbidimétrico.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS</p>	<p>NRF-055-PEMEX-2004</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 6 DE 9</p>
--	---	--

NMX-K-228-1968	Determinación de cloruros en ácido sulfúrico. Método turbidimétrico.
NMX-K-225-1968	Determinación del nitratos en ácido sulfúrico. Método de la brucina.
NMX-K-224-1968	Determinación de residuo por calcinación en ácido sulfúrico. Método gravimétrico.
NOM-008-SCFI-2002	Sistema general de unidades de medida.
NOM-004-SCT-2000	Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-018-STPS-2000	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
NMX-EC-058-IMNC-2000	Sistema de acreditación de laboratorios de calibración y pruebas.- Requisitos generales para su operación y reconocimiento.
NMX-EC-17025-IMNC-2000	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

6. DEFINICIONES

Para propósitos de esta Norma de Referencia, se establecen las definiciones siguientes:

6.1. Organolépticas.- Propiedades de los cuerpos que se pueden percibir por los sentidos.

7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS:

NOM	Norma Oficial Mexicana.
NMX	Norma Mexicana.
NRF	Norma de Referencia.
PEMEX	Petróleos Mexicanos
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación.
LFMN	Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
°C	Grados centígrados.
K	Temperatura termodinámica Kelvin.
pH	Potencial de hidrógeno.
ppm	Partes por millón.
Pa·s	Pascal segundo



kJ / mol Kilo joule por mol

J / k joule por kelvin

J / mol k joule por mol kelvin

8. DESARROLLO

A continuación se establece la especificación con que debe suministrarse el ácido sulfúrico a emplearse en los procesos de regeneración de resinas de intercambio iónico, control de pH en el agua de las torres de enfriamiento y demás procesos industriales que se apliquen en las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

Para los efectos de esta norma de referencia con relación a la simbología y valores de unidades de medidas, referirse a la NOM-008-SCFI-2002.

8.1 Especificaciones

La especificación del ácido sulfúrico que se debe suministrar a los centros de trabajo debe tener las siguientes características

Formula: Ácido Sulfúrico H_2SO_4

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	MÉTODOS DE PRUEBA
ACIDEZ TOTAL (H_2SO_4)	% PESO	98 MÍNIMO	NMX-K-226-1979
GRAVEDAD ESPECÍFICA 288 °K (15°/15° C)	-	1.835 ± 0.001	NMX-K-071-1981
ARSÉNICO	ppm	1 MÁXIMO	NMX-K-227-1968
FIERRO (Fe^{3+})	ppm	30 MÁXIMO	NMX-K-233-1970
PLOMO	ppm	1 MÁXIMO	NMX-K-229-1968
CLORUROS	ppm	5 MÁXIMO	NMX-K-228-1968
NITRATOS (NO3)	ppm	30 MÁXIMO	NMX-K-225-1968
RESIDUO DE CALCINACIÓN	ppm	50 MÁXIMO	NMX-K-224-1968

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS	NRF-055-PEMEX-2004 Rev.: 0 PÁGINA 8 DE 9	
ESTADO FÍSICO	-	LIQUIDO DENSO	visual

8.1.1 Propiedades Físicas

Temperatura de fusión	283.49 K (10.49 °C)
Temperatura de ebullición	613 K (340 °C)
Viscosidad a 298 K (25 °C)	0.0197 Pa-s (19,7 centipoises)
Densidad relativa a 291 K/ 287 K (18 °C/14 °C)	1,8340
Densidad absoluta a 298 °K (25 °C)	1,8255 g/cm ³ .
Solubilidad en agua fría	Soluble en todas proporciones.
Solubilidad en agua caliente	Soluble en todas proporciones.

8.1.2 Propiedades fisicoquímicas

Calor latente de fusión	10,874	k J / mol
Calor de formación a 298 K (25°C)	- 810,418	k J / mol
Entropía normal a 298 K (25°C)	157	J / k
Energía libre de formación a 298 K (25° C)	- 690	kJ / mol
Capacidad calorífica molar a 298 K (25°C)	139	J / mol k

8.1.3 Características Organolépticas

El ácido sulfúrico al 98% peso de concentración, objeto de esta Norma de Referencia, se debe suministrar con una apariencia de líquido viscoso, incoloro, claro u opalescente.

8.2 Criterios para la recepción del producto en los centros de trabajo

Los auto tanques de los proveedores que transporten el ácido sulfúrico a las instalaciones de Petróleos Mexicanos, deben usar carteles de identificación como señalamiento de seguridad, los cuales indican el riesgo principal asociado, así como el número de Naciones Unidas que los identifican. La forma y colocación de tales identificaciones y carteles deberá realizarse conforme a lo establecido en la NOM-004-SCT-2000.

Al llegar al centro de trabajo, el transportista debe cubrir el requisito de revisión de documentos por el área de almacén de Petróleos Mexicanos, en donde se verifica la cantidad que debe ser recibida, para lo que el operador del auto tanque debe pesar la unidad, en la báscula que el centro de trabajo le indique.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS</p>	<p>NRF-055-PEMEX-2004</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 9 DE 9</p>
--	---	--

El proveedor debe entregar a Petróleos Mexicanos, la hoja de datos de seguridad del producto, elaborada de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, con la descripción completa de cada uno de las secciones de acuerdo al apéndice D, que contempla dicha Norma así como el informe de resultados de pruebas del producto, emitido por un laboratorio de pruebas con acreditación y registro vigentes ante EMA, que cumpla con las Normas Mexicanas NMX-EC-17025-IMNC-2000 y NMX-EC-058-IMNC-2000 en los términos de la LFMN.

El proveedor sólo debe proceder a la descarga del producto, un a vez que Petróleos Mexicanos haya comprobado, mediante análisis realizados en sus laboratorios o mediante laboratorios de prueba acreditados, de al menos los parámetros de acidez total, gravedad específica y contenido de hierro, así como la verificación de la características organolépticas, cumpliendo con la Norma Mexicana de muestreo NMX-K-230-1968 para la obtención de las muestras.

8.3 Precauciones para el manejo del ácido sulfúrico

Los proveedores y transportistas que manejen ácido sulfúrico dentro de las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, deben cumplir con los siguientes aspectos:

- Evitar el contacto del ácido sulfúrico con agua y en caso de ser necesario diluirlo, debe añadirse siempre el ácido al agua.
- Utilizar el equipo de protección personal y equipo auxiliar antiácido, protección facial, guantes y botas de hule.
- Con los procedimientos de seguridad para descarga y manejo de ácido sulfúrico establecidos en cada centro de trabajo, adjuntos en las bases de licitación.

9. RESPONSABILIDADES

9.1. De las áreas de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios

Que se observe el cumplimiento de esta norma en el ámbito de competencia y verificar su aplicación en las adquisiciones de ácido sulfúrico a utilizarse en procesos industriales de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

9.2. De los grupos de trabajo de Normatividad

Vigilar la aplicación de los requisitos y especificaciones de esta Norma de Referencia y actualizarla por lo menos cada 5 años ó cuando sea requerido.

9.3. De los proveedores, contratistas y/o licitantes del ácido sulfúrico

Cumplir con lo dispuesto en esta Norma de Referencia.

10. CONCORDANCIA CON NORMAS MEXICANAS O INTERNACIONALES

Esta Norma de Referencia, no tiene relación con alguna Norma Internacional, Norma Oficial Mexicana y difiere de los capítulos 3,4 y 5 de la Norma Mexicana NMX-K-002-1977.

11. BIBLIOGRAFIA

NORMA DIII-2.25 (No. 05.2.25), Manejo, transporte y almacenamiento de ácido sulfúrico

12. ANEXOS

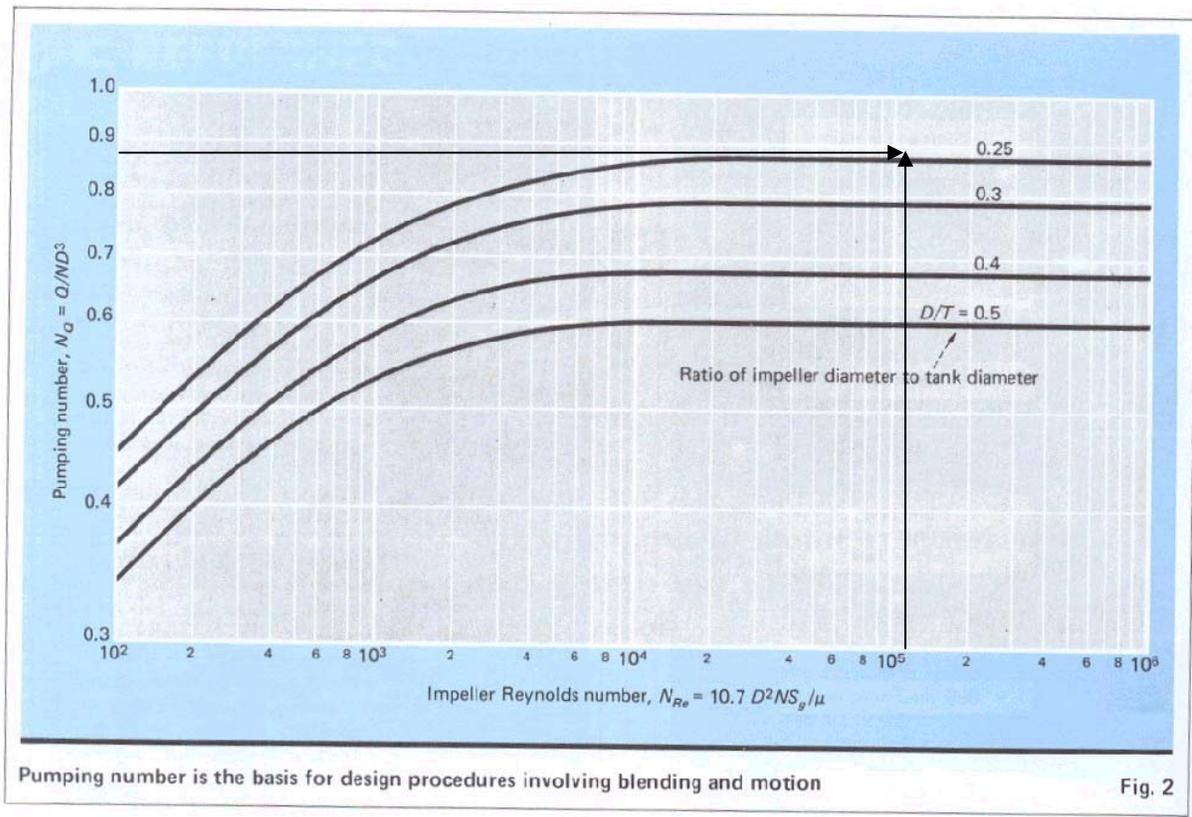
No aplica

CAPITULO 7.

ANEXOS.

ANEXO I.

De referencia ^[3] (Application guidelines for turbine agitators).



Factor de corrección de viscosidad para diámetro de turbina.

Tabla V (De referencia ^[3])			
Reynolds number	Factor	Reynolds number	Factor
Nre	Cf	Nre	Cf
700	1.00	150	0.93
500	0.99	100	0.91
400	0.98	80	0.90
300	0.97	70	0.89
200	0.95	60	0.88
		50	0.87

ANEXO II.

- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA FOSA DE NEUTRALIZACIÓN.
(SISTEMA DE RECIRCULACIÓN CON BOMBA Y TOBERAS).

- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA FOSA DE NEUTRALIZACIÓN.
(SISTEMA DE AGITACIÓN MECÁNICA).

ANEXO III.

- Hoja de especificación de Ácido Sulfúrico H_2SO_4
- Hoja de especificación de Sosa Cáustica $NaOH$

<p>N° de Documento: NRF-055-PEMEX-2004</p>	
<p>Rev.: 0</p>	
<p>Fecha: 19 de abril de 2004</p>	<p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>
<p>PÁGINA 1 DE 9</p>	<p>SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA</p>

**ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO
SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS
PROCESOS INDUSTRIALES DE
PETRÓLEOS MEXICANOS**



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO
SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS
PROCESOS INDUSTRIALES DE
PETRÓLEOS MEXICANOS

No. de Documento
NRF-055-PEMEX-2004

Rev.: 0

PÁGINA 2 DE 9

HOJA DE APROBACIÓN

ELABORA:

ING. ARMANDO AYALA MENDOZA
COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO

PROPONE:

ING. MARCOS RAMÍREZ SILVA
PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN
DE PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA

APRUEBA:

ING. VICTOR RAGASOL BARBEY
PRESIDENTE SUPLENTE DEL COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS
MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS	NRF-055-PEMEX-2004 Rev.: 0 PÁGINA 3 DE 9
--	--	---

CONTENIDO

CAPÍTULO	PÁGINA
0. INTRODUCCIÓN	4
1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	5
3. CAMPO DE APLICACIÓN	5
4. ACTUALIZACIÓN	5
5. REFERENCIAS	5
6. DEFINICIONES	6
7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	6
8. DESARROLLO	7
8.1 Especificaciones	7
8.1.1 Propiedades Físicas	8
8.1.2 Propiedades Químicas	8
8.1.3 Características Organolépticas	8
8.2 Criterios para la recepción del producto en los centros de trabajo	8
8.3 Precauciones para el manejo de ácido sulfúrico	9
9. RESPONSABILIDADES	9
9.1 De las Áreas de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios	9
9.2 De los Grupos de Trabajo de Normatividad	9
9.3 De los Proveedores del ácido sulfúrico	9
10. CONCORDANCIA CON NORMAS MEXICANAS O INTERNACIONALES	9
11. BIBLIOGRAFÍA	9
12. ANEXOS	9

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS	NRF-055-PEMEX-2004 Rev.: 0 PÁGINA 4 DE 9
--	--	---

0. INTRODUCCIÓN

Históricamente, Petróleos Mexicanos ha utilizado el ácido sulfúrico para acondicionar el pH de la calidad de agua de enfriamiento y el control sobre la calidad del mismo se dejaba a los parámetros de calidad y criterios proporcionada por los proveedores. Con la aplicación de la tecnología de resinas de intercambio iónico en las plantas de desmineralización para acondicionar el agua de alimentación a calderas, el ácido sulfúrico amplió su aplicación industrial como regenerante de resinas.

En la actualidad, el agua de alimentación a las calderas requiere de parámetros de control muy finos, por lo que las resinas de intercambio iónico se han modernizado y actualmente se usan resinas sintéticas que son muy susceptibles para degradarse cuando no se usa el ácido sulfúrico como regenerante con la calidad adecuada. Así mismo, el ácido sulfúrico tiene un papel importante como acondicionador de pH en el agua de enfriamiento y en otros procesos industriales de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios en los cuales se requiere preservar condiciones estrictas de contaminantes en determinados parámetros de control, de tal forma que no afecten la funcionalidad de los demás productos químicos que se usan, como son los inhibidores de corrosión e incrustación y de control microbiológico.

Debido a que la Norma Mexicana NMX-K-002-1977, actualmente no cubre las necesidades de Petróleos Mexicanos respecto a la calidad del ácido sulfúrico requerida para su uso en los procesos industriales a los que se destina, es necesario para efectos de trámite de adquisición de esta sustancia química, el contar con una Norma de Referencia para Petróleos Mexicanos.

En consenso con representantes de las subsidiarias de Petróleos Mexicanos, Pemex Petroquímica, Pemex Refinación, Pemex Gas y Petroquímica Básica y Pemex Exploración y Producción, de fabricantes nacionales y usuarios del producto, se estableció la especificación de ácido sulfúrico que define los valores de los parámetros de calidad requeridos por Petróleos Mexicanos y que difieren de los indicados en la Norma Mexicana NMX-K-002-1977. Por lo que para cumplir con la Normatividad vigente en la materia, se estableció esta Norma de Referencia que cubre las necesidades más estrictas de Petróleos Mexicanos.

Lista de participantes:

Pemex Gas y Petroquímica Básica
Pemex Petroquímica
Pemex Refinación
Pemex Exploración y Producción
Petróleos Mexicanos
Agrogen
Industrial Minera México
Industrias Peñoles

1. OBJETIVO

Establecer las propiedades físico químicas y de calidad de ácido sulfúrico al 98% de concentración, que cumplan los requerimientos de Petróleos Mexicanos para el uso principal de regenerantes de resinas de intercambio iónico y acondicionadores de pH en sistemas de agua de enfriamiento.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS	NRF-055-PEMEX-2004 Rev.: 0 PÁGINA 5 DE 9
--	--	---

2. ALCANCE

Esta Norma de Referencia contempla las especificaciones técnicas para la calidad del ácido sulfúrico al 98% peso de concentración, que debe emplearse en la regeneración de las resinas de intercambio iónico de las plantas de desmineralización, acondicionador de pH en el agua de enfriamiento y en otros procesos industriales de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma de Referencia es de aplicación general y observancia obligatoria en la adquisición o arrendamiento de los bienes y/o servicios objeto de la misma, que lleven a cabo las áreas de trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, por lo que debe ser incluida en los procedimientos de contratación: licitación pública, invitación a cuando menos 3 personas, o adjudicación directa, como parte de los requisitos que debe de cumplir el proveedor, contratista o licitante.

4. ACTUALIZACIÓN

Esta Norma de Referencia, se debe revisar y actualizar en un tiempo máximo de 5 años a partir de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Las sugerencias para la revisión y actualización de esta norma, deben enviarse al Secretario del Subcomité Técnico de Normalización de Pemex Gas y Petroquímica Básica, quién debe programar y realizar la actualización de acuerdo a la procedencia de las mismas, y en su caso, inscribirlas dentro del Programa Anual de Normalización de Petróleos Mexicanos, a través del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

Las propuestas y sugerencias de cambio deben dirigirse por escrito a:

Subcomité Técnico de Normalización de Pemex Gas y Petroquímica Básica
 Av. Marina Nacional 329 Torre Ejecutiva Piso 15
 Col. Huasteca, México D. F.
 C. P. 11311
 Teléfono Conmutador 19-44-50-05 Ext. 55131
 Teléfono Directo 19-44-51-31
 Fax: Directo: 19-44-50-88, Ext. 55088

5. REFERENCIAS

NMX-K-002-1977	Especificaciones del Ácido Sulfúrico.
NMX-K-230-1968	Método de muestreo para ácido sulfúrico.
NMX-K-226-1979	Determinación de acidez total en ácido sulfúrico. Método volumétrico.
NMX-K-227-1968	Determinación de arsénico en ácido sulfúrico. Método de Gutzelt.
NMX-K-233-1970	Determinación de hierro en ácido sulfúrico. Método de la 1, 10 Fenantrolina.
NMX-K-229-1968	Determinación de metales pesados en ácido sulfúrico. Método turbidimétrico.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS	NRF-055-PEMEX-2004 Rev.: 0 PÁGINA 6 DE 9
--	--	---

NMX-K-228-1968	Determinación de cloruros en ácido sulfúrico. Método turbidimétrico.
NMX-K-225-1968	Determinación del nitratos en ácido sulfúrico. Método de la brucina.
NMX-K-224-1968	Determinación de residuo por calcinación en ácido sulfúrico. Método gravimétrico.
NOM-008-SCFI-2002	Sistema general de unidades de medida.
NOM-004-SCT-2000	Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-018-STPS-2000	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
NMX-EC-058-IMNC-2000	Sistema de acreditación de laboratorios de calibración y pruebas.- Requisitos generales para su operación y reconocimiento.
NMX-EC-17025-IMNC-2000	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

6. DEFINICIONES

Para propósitos de esta Norma de Referencia, se establecen las definiciones siguientes:

6.1. Organolépticas.- Propiedades de los cuerpos que se pueden percibir por los sentidos.

7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS:

NOM	Norma Oficial Mexicana.
NMX	Norma Mexicana.
NRF	Norma de Referencia.
PEMEX	Petróleos Mexicanos
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación.
LFMN	Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
°C	Grados centígrados.
K	Temperatura termodinámica Kelvin.
pH	Potencial de hidrógeno.
ppm	Partes por millón.
Pa·s	Pascal segundo

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS</p>	<p>NRF-055-PEMEX-2004</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 7 DE 9</p>
--	---	--

kJ / mol Kilo joule por mol

J / k joule por kelvin

J / mol k joule por mol kelvin

8. DESARROLLO

A continuación se establece la especificación con que debe suministrarse el ácido sulfúrico a emplearse en los procesos de regeneración de resinas de intercambio iónico, control de pH en el agua de las torres de enfriamiento y demás procesos industriales que se apliquen en las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

Para los efectos de esta norma de referencia con relación a la simbología y valores de unidades de medidas, referirse a la NOM-008-SCFI-2002.

8.1 Especificaciones

La especificación del ácido sulfúrico que se debe suministrar a los centros de trabajo debe tener las siguientes características

Formula: Ácido Sulfúrico **H₂SO₄**

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	MÉTODOS DE PRUEBA
ACIDEZ TOTAL (H ₂ SO ₄)	% PESO	98 MÍNIMO	NMX-K-226-1979
GRAVEDAD ESPECÍFICA 288 °K (15°/15° C)	-	1.835 ± 0.001	NMX-K-071-1981
ARSÉNICO	ppm	1 MÁXIMO	NMX-K-227-1968
FIERRO (Fe ³⁺)	ppm	30 MÁXIMO	NMX-K-233-1970
PLOMO	ppm	1 MÁXIMO	NMX-K-229-1968
CLORUROS	ppm	5 MÁXIMO	NMX-K-228-1968
NITRATOS (NO ₃)	ppm	30 MÁXIMO	NMX-K-225-1968
RESIDUO DE CALCINACIÓN	ppm	50 MÁXIMO	NMX-K-224-1968

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS	NRF-055-PEMEX-2004 Rev.: 0 PÁGINA 8 DE 9	
ESTADO FÍSICO	-	LIQUIDO DENSO	visual

8.1.1 Propiedades Físicas

Temperatura de fusión	283.49 K (10.49 °C)
Temperatura de ebullición	613 K (340 °C)
Viscosidad a 298 K (25 °C)	0.0197 Pa·s (19,7 centipoises)
Densidad relativa a 291 K/ 287 K (18 °C/14 °C)	1,8340
Densidad absoluta a 298 °K (25 °C)	1,8255 g/cm ³ .
Solubilidad en agua fría	Soluble en todas proporciones.
Solubilidad en agua caliente	Soluble en todas proporciones.

8.1.2 Propiedades fisicoquímicas

Calor latente de fusión	10,874	k J / mol
Calor de formación a 298 K (25°C)	- 810,418	k J / mol
Entropía normal a 298 K (25°C)	157	J / k
Energía libre de formación a 298 K (25° C)	- 690	kJ / mol
Capacidad calorífica molar a 298 K (25°C)	139	J / mol k

8.1.3 Características Organolépticas

El ácido sulfúrico al 98% peso de concentración, objeto de esta Norma de Referencia, se debe suministrar con una apariencia de líquido viscoso, incoloro, claro u opalescente.

8.2 Criterios para la recepción del producto en los centros de trabajo

Los auto tanques de los proveedores que transporten el ácido sulfúrico a las instalaciones de Petróleos Mexicanos, deben usar carteles de identificación como señalamiento de seguridad, los cuales indican el riesgo principal asociado, así como el número de Naciones Unidas que los identifican. La forma y colocación de tales identificaciones y carteles deberá realizarse conforme a lo establecido en la NOM-004-SCT-2000.

Al llegar al centro de trabajo, el transportista debe cubrir el requisito de revisión de documentos por el área de almacén de Petróleos Mexicanos, en donde se verifica la cantidad que debe ser recibida, para lo que el operador del auto tanque debe pesar la unidad, en la báscula que el centro de trabajo le indique.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>ESPECIFICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO QUE SE UTILIZA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE PETRÓLEOS MEXICANOS</p>	<p>NRF-055-PEMEX-2004</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 9 DE 9</p>
--	---	--

El proveedor debe entregar a Petróleos Mexicanos, la hoja de datos de seguridad del producto, elaborada de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, con la descripción completa de cada uno de las secciones de acuerdo al apéndice D, que contempla dicha Norma así como el informe de resultados de pruebas del producto, emitido por un laboratorio de pruebas con acreditación y registro vigentes ante EMA, que cumpla con las Normas Mexicanas NMX-EC-17025-IMNC-2000 y NMX-EC-058-IMNC-2000 en los términos de la LFMN.

El proveedor sólo debe proceder a la descarga del producto, un a vez que Petróleos Mexicanos haya comprobado, mediante análisis realizados en sus laboratorios o mediante laboratorios de prueba acreditados, de al menos los parámetros de acidez total, gravedad específica y contenido de hierro, así como la verificación de la características organolépticas, cumpliendo con la Norma Mexicana de muestreo NMX-K-230-1968 para la obtención de las muestras.

8.3 Precauciones para el manejo del ácido sulfúrico

Los proveedores y transportistas que manejen ácido sulfúrico dentro de las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, deben cumplir con los siguientes aspectos:

- Evitar el contacto del ácido sulfúrico con agua y en caso de ser necesario diluirlo, debe añadirse siempre el ácido al agua.
- Utilizar el equipo de protección personal y equipo auxiliar antiácido, protección facial, guantes y botas de hule.
- Con los procedimientos de seguridad para descarga y manejo de ácido sulfúrico establecidos en cada centro de trabajo, adjuntos en las bases de licitación.

9. RESPONSABILIDADES

9.1. De las áreas de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios

Que se observe el cumplimiento de esta norma en el ámbito de competencia y verificar su aplicación en las adquisiciones de ácido sulfúrico a utilizarse en procesos industriales de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

9.2. De los grupos de trabajo de Normatividad

Vigilar la aplicación de los requisitos y especificaciones de esta Norma de Referencia y actualizarla por lo menos cada 5 años ó cuando sea requerido.

9.3. De los proveedores, contratistas y/o licitantes del ácido sulfúrico

Cumplir con lo dispuesto en esta Norma de Referencia.

10. CONCORDANCIA CON NORMAS MEXICANAS O INTERNACIONALES

Esta Norma de Referencia, no tiene relación con alguna Norma Internacional, Norma Oficial Mexicana y difiere de los capítulos 3,4 y 5 de la Norma Mexicana NMX-K-002-1977.

11. BIBLIOGRAFIA

NORMA DIII-2.25 (No. 05.2.25), Manejo, transporte y almacenamiento de ácido sulfúrico

12. ANEXOS

No aplica

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

Occidental Chemical Chile Limitada
Nueva de Lyon 072, Piso 10
Santiago, Chile
FAX:
SERVICIO AL CLIENTE:
E-MAIL:

(56) 2 410 5005
(56) 2 410 5060
ventaschile@oxy.com

TELÉFONOS DE EMERGENCIA EN CHILE LAS 24 HORAS:

PLANTA OXYCHILE TALCAHUANO: (56) 800-411 212
(56) 41-503 503
CITUC QUÍMICO: EMERGENCIAS QUÍMICAS (56) 2-247 3600

NÚMERO HDS: M32415

SUSTANCIA: SODA CÁUSTICA LÍQUIDA (TODOS LOS GRADOS)

NOMBRES COMERCIALES:

Soda Cáustica líquida al 50% Grado Membrana; Soda Cáustica líquida al 50% Grado Diafragma; Soda Cáustica líquida al 50% bajo contenido de sal; Soda Cáustica Líquida al 32% Grado Membrana; Soda Cáustica líquida al 40% Grado Especial.

SINÓNIMOS: Solución de Hidróxido de Sodio

FECHA DE REVISIÓN: Agosto de 2005

2. COMPOSICIÓN, INFORMACIÓN ACERCA DE INGREDIENTES

NOMBRE QUÍMICO (IUPAC): Hidróxido de Sodio

FÓRMULA QUÍMICA: NaOH

COMPONENTE: Hidróxido de Sodio
N° CAS: 1310-73-2

PORCENTAJE: 32-51
N° NU: 1824

COMPONENTE: Agua
N° CAS: 7732-18-5
PORCENTAJE: 68-50

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

MARCA EN ETIQUETA NCh2190:



CLASIFICACIÓN DE RIESGO NFPA:

RIESGO SOBRE LA SALUD= 3 RIESGO DE COMBUSTIÓN= 0 REACTIVIDAD= 1



CLASIFICACIÓN DE RIESGO HMIS:

RIESGO SOBRE LA SALUD= 3 RIESGO DE COMBUSTIÓN= 0 REACTIVIDAD= 1

GENERALIDADES SOBRE LAS EMERGENCIAS.

COLOR: incoloro

ASPECTO FÍSICO: líquido

OLOR: inodoro

RIESGOS PRINCIPALES PARA LA SALUD: PUEDE CAUSAR QUEMADURAS EN EL TRACTO RESPIRATORIO, LA PIEL, LOS OJOS Y EL TRACTO INTESTINAL. SE PUEDEN PRODUCIR DAÑOS OCULARES PERMANENTES.

POSIBLES EFECTOS PARA LA SALUD:

INHALACIÓN:

EXPOSICIÓN A CORTO PLAZO: Irritación (posiblemente grave), quemaduras, edema pulmonar.

EXPOSICIÓN PROLONGADA: A nuestro saber, no se conocen efectos

CONTACTO CON LA PIEL:

EXPOSICIÓN A CORTO PLAZO: Irritación (posiblemente grave), quemaduras

EXPOSICIÓN PROLONGADA: Dermatitis

CONTACTO CON LOS OJOS:

EXPOSICIÓN A CORTO PLAZO: Irritación (posiblemente grave), quemaduras, daño a los ojos, ceguera.

EXPOSICIÓN PROLONGADA: Disturbios visuales

INGESTIÓN:

EXPOSICIÓN A CORTO PLAZO: Irritación (posiblemente grave), quemaduras, náusea, vómitos

EXPOSICIÓN PROLONGADA: A nuestro saber, no se conocen efectos.

ESTADO CARCINOGENÉTICO:

OSHA: No

NTP: No

IARC: No

POSIBLES EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE:

Este material es alcalino y puede elevar el pH de las aguas superficiales con una baja capacidad de tampón.

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

INHALACIÓN: Si ocurre una emergencia, lleve al afectado a un área descontaminada. Déle respiración artificial si no respira. Si la respiración es dificultosa, se debe administrar oxígeno por personal calificado. Si se ha detenido la respiración o el pulso, recurra a una persona calificada para que administre los Primeros Auxilios (Reanimación cardiopulmonar o desfibrilador externo automático) y **LLAME A LOS SERVICIOS DE URGENCIA INMEDIATAMENTE.**

CONTACTO CON LA PIEL: Enjuague inmediatamente con agua las zonas contaminadas. Remueva ropa, joyas y zapatos contaminados inmediatamente. Lave las zonas contaminadas con agua y jabón. Lave y seque la ropa y zapatos contaminados antes de volver a utilizarlos. **BUSQUE ATENCIÓN MÉDICA INMEDIATAMENTE.**

CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuague inmediatamente los ojos con un chorro de agua directo durante al menos 15 minutos y mantenga abiertos los párpados para garantizar que se aclare todo el ojo y los tejidos del párpado. Enjuagar los ojos en cuestión de segundos es esencial para lograr la máxima eficacia. **BUSQUE ATENCIÓN MÉDICA INMEDIATAMENTE.**

INGESTIÓN: Nunca de nada en la boca a una persona inconsciente o con convulsiones. Si tragó el producto, no induzca el vómito. De grandes cantidades de agua. Si vomita espontáneamente, mantenga las vías aéreas despejadas. De más agua cuando haya dejado de vomitar. **BUSQUE ATENCIÓN MÉDICA INMEDIATAMENTE.**

NOTA AL MÉDICO TRATANTE: La ausencia de signos visibles o síntomas de quemaduras NO excluye la presencia de daños reales en los tejidos.

5. MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO

PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN: Riesgo insignificante de fuego

MEDIO DE EXTINCIÓN: Use agentes de extinción apropiados para fuego circundante.

COMBATE DEL FUEGO: Si puede hacerlo sin riesgo, retire el recipiente del área de incendio. Enfríe los recipientes con agua

SENSIBILIDAD A IMPACTO MECÁNICO: No sensible

SENSIBILIDAD A DESCARGA ESTÁTICA: No sensible

PUNTO DE INFLAMACIÓN: No inflamable

6. MEDIDAS EN CASO DE DERRAMES ACCIDENTALES

FUGAS EN OPERACIÓN: Remueva el material a un contenedor adecuado. El material líquido se puede retirar con un camión de aspirado. Enjuague con agua la zona en la que se ha producido el derrame, si fuera necesario. Evite que el material fluya hacia cursos de agua y sistemas de desagüe. Debe informarse de derrames o escapes, si así está prescrito, a las agencias municipales, gubernamentales o locales pertinentes.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

ALMACENAMIENTO: Almacene y manipule de acuerdo con todas las normas y estándares actuales. Mantenga el contenedor cerrado con seguridad y etiquetado correctamente. No debe almacenarse en un contenedor de aluminio ni utilizar accesorios ni líneas de transferencia de aluminio, ya que se puede generar hidrógeno inflamable. Mantener separado de sustancias incompatibles.

MANIPULACIÓN: Evite respirar el vapor o la niebla. No permita que entre en contacto con los ojos, la piel o la indumentaria. Lávese minuciosamente después de manipular. Al mezclar, agregue el agua lentamente para reducir el calor generado y las salpicaduras.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN, PROTECCIÓN PERSONAL

LIMITES DE EXPOSICIÓN:

LÍMITES PERMISIBLES ABSOLUTO (LPA):

Hidróxido de Sodio:

LPA: 2mg/m³

VENTILACIÓN: Utilice ventilación de tiraje forzado local donde se puede generar polvo o niebla. Asegúrese del cumplimiento de los límites de exposición que correspondan.

PROTECCIÓN DE LOS OJOS: Si es necesario, utilice antiparras de seguridad química con careta de protección para proteger la piel contra el contacto con el producto. Instale una fuente para el lavado de los ojos y una ducha de emergencia en la zona de trabajo.

VESTIMENTA: Utilice ropa resistente a los productos químicos y botas de caucho cuando exista posibilidad de entrar en contacto con el material. Se debe quitar la ropa contaminada y luego se debe desechar o lavar.

GUANTES: Use guantes apropiados resistentes a los productos químicos.

TIPOS DE MATERIALES DE PROTECCIÓN: Hule de butilo, caucho natural, neopreno, nitrilo, cloruro de polivinilo (PVC), Tychem (R)

RESPIRADOR: Podrá utilizarse una máscara aprobada por el NIOSH (Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional) con filtros N95 (humo o niebla) en las circunstancias en las que se espere que las concentraciones en aire superen los límites de exposición, o cuando se haya observado que los síntomas sean indicio de sobreexposición.

Deberá utilizarse una pieza facial de media máscara con purificador de aire en concentraciones de hasta 10 veces el nivel de exposición aceptable y una pieza facial de máscara completa con purificador de aire en concentraciones de hasta 50 veces el nivel de exposición aceptable.

Deberá suministrarse aire cuando se espere que el nivel se encuentre 50 veces por encima del nivel aceptable, o cuando exista la posibilidad de que se produzca una fuga incontrolada.

En todo caso, deberá cumplirse con el DS 594 o establecer las condiciones ambientales en el lugar de trabajo.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

ESTADO FÍSICO: Líquido

APARIENCIA: Transparente

COLOR: Incoloro

OLOR: Inodoro

PUNTO DE EBULLICIÓN: 110-144°C (230-291° F)

PUNTO DE CONGELACIÓN: -32 a 15° C (-26 to 59°F)

PRESIÓN DE VAPOR: 13-135 mmHg @ 60° C

DENSIDAD DEL VAPOR: No disponible

GRAVEDAD ESPECÍFICA (agua=1): 1,11-1,53 @ 15,6 ° C

DENSIDAD: 9,27-12,76 lbs/gal @ 15,6 ° C

SOLUBILIDAD EN AGUA: 100%

PH: 14,0 (7,5% solución)

VOLATILIDAD: No disponible

UMBRAL DE OLOR: No disponible

VELOCIDAD DE EVAPORACIÓN: No disponible

COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN EN AGUA/ACEITE: No disponible

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

REACTIVIDAD: Estable a temperaturas y presión normales

CONDICIONES QUE SE DEBEN EVITAR: Se puede producir gas de monóxido de carbono en contacto con azúcares reductores, productos alimenticios o bebidas en espacios cerrados.

INCOMPATIBILIDADES: Ácidos, compuestos halogenados, contacto prolongado con aluminio, latón, bronce, cobre, plomo, estaño, zinc u otros metales o aleaciones sensibles al álcali.

DESCOMPOSICIÓN PELIGROSA: Productos de termodescomposición: Ninguna conocida.

POLIMERIZACIÓN: No se polimeriza

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

DATOS DE TOXICIDAD: Hidróxido de sodio: 1.350 mg/kg LD50 dérmica conejo 220 mg/kg (50% solución) Oral-Rata LD50. La gravedad del daño al tejido depende de la concentración del producto, la prolongación del contacto con el tejido y el estado del tejido local. Después de la exposición puede pasar un tiempo antes de que aparezca la irritación u

otros efectos. Este material es un fuerte irritante y es corrosivo para la piel, ojos y membranas mucosas. Este material puede provocar quemaduras graves y daño permanente al tejido con el cual entre en contacto. Su inhalación puede producir irritación grave y posibles quemaduras junto con edema pulmonar que puede producir neumonitis. El contacto de los ojos con este material puede producir irritación grave, corrosión con posible daño a la córnea y ceguera. Su ingestión puede producir irritación, corrosión/ulceración, náuseas y vómitos. En general, los efectos crónicos se deben a irritación a largo plazo. Este material puede producir dermatitis en la piel o ulceración recurrente de la córnea y alteraciones de la visión. En informes de casos extraordinarios, se ha observado que la

inhalación a largo plazo produce una reacción inflamatoria de los bronquios o disfunción obstructiva de las vías respiratorias.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

DATOS DE ECOTOXICIDAD:

TOXICIDAD PARA LA PESCA: Este material ha demostrado una toxicidad moderada ante organismos acuáticos. Para hidróxido de sodio: 100 ppm LC50 Daphnia; 25 ppm 24 horas LC50 Salvelino; 48 ppm LC50 Salmón real; 33-100 ppm 48 horas LC50 Camarón; 330-1000 ppm 48 horas LC50 Berberecho

DESTINO Y TRANSPORTE:

BIODEGRADACIÓN: Este material es inorgánico y no está sujeto a biodegradación.

PERSISTENCIA: Se cree que este material existe en estado disociado en el medio ambiente.

BIOCONCENTRACIÓN: Se estima que este material no es bioacumulable.

OTRA INFORMACIÓN ECOLÓGICA: Este material ha mostrado una ligera toxicidad ante organismos terrestres.

13. CONSIDERACIONES ACERCA DE LA DISPOSICIÓN FINAL

MÉTODOS APROBADOS PARA DISPONER EL PRODUCTO: Se puede reutilizar o volver a procesar. Desechar de acuerdo a las regulaciones apropiadas. Sujeto a lo establecido en el DS 148

MÉTODOS APROBADOS PARA ELIMINACIÓN DE ENVASES/EMBALAJES

CONTAMINADOS: Los envases con restos de soda cáustica son considerados desechos peligrosos y deben ser dispuestos como tal en un relleno de seguridad, de acuerdo a lo establecido en el DS 148.

14. INFORMACIÓN PARA TRANSPORTE

NOMBRE APROPIADO DEL ENVÍO: Soda Cáustica
NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN: UN 1824
CLASE O DIVISIÓN DE RIESGO: 8
GRUPO DE EMBALAJE: II
REQUISITOS DE ETIQUETADO: 8

DISTINTIVOS APLICABLES NCh 2190:



TRANSPORTE MARÍTIMO IMDG:
NOMBRE APROPIADO DEL ENVÍO: Solución de hidróxido de sodio
NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN: UN 1824
CLASE O DIVISIÓN DE RIESGO: 8
GRUPO DE EMBALAJE: II

15. INFORMACIÓN REGULATORIA

REGULACIONES NACIONALES APLICABLES:

DS 594/99 del Ministerio de Salud "Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas de los lugares de trabajo"

DS 298/94 del Ministerio de Transporte "Reglamento sobre transporte de cargas peligrosas por calles y caminos"

DS 148/2003 del Ministerio de Salud "Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos"

NCh 382 Of. 2004: Sustancias peligrosas – Clasificación general

NCh 2245 Of. 2003: Sustancias químicas – Hojas de datos de seguridad – Requisitos

NCh 2120/8 Of. 2004: Sustancias peligrosas – Parte 8: Clase 8 – Sustancias corrosivas

NCh 2190 Of. 2003: Transporte de sustancias peligrosas – Distintivos para identificación de riesgos

NCh 2137 Of. 1992: Sustancias peligrosas – Embalajes/Envases – Terminología, Clasificación Designación

NCh 2463 Of. 1999: Sustancias corrosivas – Soda cáustica en solución – Disposición de seguridad para el transporte.

NCh281 Of. 1969: Soda cáustica para uso industrial - Especificaciones

REGULACIONES DE EE.UU APLICABLES: Nota: Copia MSDS Oxy y U.S.A.

16. OTRAS INFORMACIONES

SIGLAS USADAS:

CAS NUMBER: Número del Servicio de Compendios de Productos Químicos (División de la Sociedad Química Americana de los EE.UU).

NFPA RATING: Clasificación de la Agencia Nacional de Protección contra Incendio de los EE.UU.

HMIS RATINGS: Clasificaciones del Sistema de Información de Materiales

OSHA: Administración de Salud y Seguridad Ocupacional de los EE.UU.

INN: Instituto Nacional de Normalización

NIOSH: Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional de los EE.UU

IMPORTANTE: La información aquí presentada, a pesar de no estar garantizada, fue preparada por personal técnico competente y es, según nuestro entender, verdadera y exacta. **NINGUNA JUSTIFICACIÓN, GARANTÍA, EXPLÍCITA O IMPLÍCITA, SE HACE EN CUANTO A RENDIMIENTO, EXACTITUD, ESTABILIDAD U OTRO.** Esta información no tiene por objeto ser exhaustiva en cuanto a la forma y condiciones de uso, manejo y almacenaje. El manejo y uso seguros siguen siendo responsabilidad del cliente. Sin embargo, nuestro personal técnico estará complacido de responder preguntas relacionadas con los procedimientos de manejo y uso seguros. Lo aquí expuesto no será interpretado como una recomendación para infringir o violar la ley.

CAPITULO 8.

BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Geankoplis, Christie J.
Procesos De Transporte Y Operaciones Unitarias
Compañía Editorial Continental, S.A. De C.V.
Tercera edición México, 1998
Capítulo 3. Principios de la transferencia de momento lineal y aplicaciones.
3.4 Agitación Y Mezclado De Fluidos Y Necesidades De Potencia. Pág.161-174.
2. Ludwig, Ernest E.
Applied process design for chemical and petrochemical plants
Woburn, Massachussetts: Butterworth-Heinemann, c2001
Chapter 5 (Mixing of Liquids).
3. Hicks, Richard W. ; Morton, Jerry R. et al
How to design agitators for desired process response
Chemineer, Inc., CHEMICAL ENGINEERING April 26, 1976. pages 102-110.
4. Gates, Lewis E.; Hicks, Richard W. et al
Application guidelines for turbine agitators.
Chemineer, Inc., CHEMICAL ENGINEERING December 6, 1976. pages 165-170.
5. *Spraying Sytems Co.* Boletín: Model 46550 tank Mixing Eductor.
6. *Water Jet Eductors.* Schutte & Koerting. Bulletin 2M:
7. *Jet Pump technical data, mixing liquids.* Penberthy.
8. *Mixing Eductors,* BETE Fog Nozzle, Inc.
9. *Tecnología de Vacío,* EQUIREPSA.
10. Perry, John Howard.
Manual del Ingeniero Químico
México: McGraw-Hill 1982
11. Gary B. Tatterson and Richard V. Calabrese.
Process mixing: chemical and biochemical applications,
American Institute of Chemical Engineers, 1992-1993
volume editors New York
12. Peters, Max S. and Timmerhaus Klaus D.
Plant Design and Economics for Chemical Engineers
Chapter 6 Cost Estimation
Fourth edition

13. Waterlink.
Jets vs. Other Technology
<http://www.waterlink.com/mts/lowspeed.html>
14. PULSAIR.
Sistemas de mezclado neumático
<http://www.pulsair.com/>
15. Equirepsa.
Tecnología de vacío-Ingeniería y equipos.
<http://www.equirepsa.com/>
16. Mix-Cor Industrial.
Agitadores Industriales y Aereadores Mecánicos.
<http://www.mix-cor.com.mx/>
17. Schutte & Koerting. Sistemas de Vacío, Eyectores y Eductores
<http://www.mix-cor.com.mx/>
18. Spraying Systems Co.
Model 46550 Tank Mixing Eductors

PROVEEDORES.

1. MIX-COR INDUSTRIAL: Agitador mecánico.
2. EQUIREPSA: MEZCLADORES DE TANQUE (EDUCTORES)
3. MIM INDUSTRIAL: TUBERÍA Y ACCESORIOS
4. EQUI PUMP: BOMBAS CENTRIFUGAS

CAPITULO 8.

BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Geankoplis, Christie J.
Procesos De Transporte Y Operaciones Unitarias
Compañía Editorial Continental, S.A. De C.V.
Tercera edición México, 1998
Capítulo 3. Principios de la transferencia de momento lineal y aplicaciones.
3.4 Agitación Y Mezclado De Fluidos Y Necesidades De Potencia. Pág.161-174.
2. Ludwig, Ernest E.
Applied process design for chemical and petrochemical plants
Woburn, Massachussetts: Butterworth-Heinemann, c2001
Chapter 5 (Mixing of Liquids).
3. Hicks, Richard W. ; Morton, Jerry R. et al
How to design agitators for desired process response
Chemineer, Inc., CHEMICAL ENGINEERING April 26, 1976. pages 102-110.
4. Gates, Lewis E.; Hicks, Richard W. et al
Application guidelines for turbine agitators.
Chemineer, Inc., CHEMICAL ENGINEERING December 6, 1976. pages 165-170.
5. *Spraying Sytems Co.* Boletín: Model 46550 tank Mixing Eductor.
6. *Water Jet Eductors.* Schutte & Koerting. Bulletin 2M:
7. *Jet Pump technical data, mixing liquids.* Penberthy.
8. *Mixing Eductors,* BETE Fog Nozzle, Inc.
9. *Tecnología de Vacío,* EQUIREPSA.
10. Perry, John Howard.
Manual del Ingeniero Químico
México: McGraw-Hill 1982
11. Gary B. Tatterson and Richard V. Calabrese.
Process mixing: chemical and biochemical applications,
American Institute of Chemical Engineers, 1992-1993
volume editors New York
12. Peters, Max S. and Timmerhaus Klaus D.
Plant Design and Economics for Chemical Engineers
Chapter 6 Cost Estimation
Fourth edition

13. Waterlink.
Jets vs. Other Technology
<http://www.waterlink.com/mts/lowspeed.html>
14. PULSAIR.
Sistemas de mezclado neumático
<http://www.pulsair.com/>
15. Equirepsa.
Tecnología de vacío-Ingeniería y equipos.
<http://www.equirepsa.com/>
16. Mix-Cor Industrial.
Agitadores Industriales y Aereadores Mecánicos.
<http://www.mix-cor.com.mx/>
17. Schutte & Koerting. Sistemas de Vacío, Eyectores y Eductores
<http://www.mix-cor.com.mx/>
18. Spraying Systems Co.
Model 46550 Tank Mixing Eductors

PROVEEDORES.

1. MIX-COR INDUSTRIAL: Agitador mecánico.
2. EQUIREPSA: MEZCLADORES DE TANQUE (EDUCTORES)
3. MIM INDUSTRIAL: TUBERÍA Y ACCESORIOS
4. EQUI PUMP: BOMBAS CENTRIFUGAS