



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

TRABAJO PROFESIONAL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

QUE PRESENTA:

RAMÓN EDUARDO GARCÍA JIMÉNEZ

CON EL TEMA:

**“AFECTACIONES EN LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL POR
VARIACIONES DE LA CONCENTRACIÓN DE LA DUREZA Y SÍLICE
A LAS PLANTAS DESMINERALIZADORAS”**

MEDIANTE:

OPCIÓN X

(MEMORIA DE RESIDENCIA PROFESIONAL)



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con un profundo y sincero agradecimiento a mi amada madre Lucía Jiménez Solís, por todo el apoyo, confianza, comprensión, libertad y paciencia que me dio para decidir mi camino y el esfuerzo que hizo al nunca darse por vencida para sacarme adelante, por todas esas madrugadas, días, tardes y noches manteniéndose despierta, cuidándome y pensando siempre en un futuro para mí, a mi madre, que es todo para mí y que recorrimos un camino para llegar al inicio de otro, del cual sé, que seguirá cuidándome.

En segundo lugar quiero dedicar este trabajo a mi amado padre Horacio García Alegría, por todo el apoyo que me brindo a lo largo de mi carrera profesional, por todos esos momentos de alegría y ánimos al nunca rendirme sobre mis sueños y anhelos.

Quiero dedicar también a mi tío Limberg Jiménez Solís, por todo el apoyo que me ha dado y sobre todo los sermones sobre hacer las cosas bien y nunca darme por vencido, también un sincero y muy grande agradecimiento al Dr. Carlos Luis Aguilar Juárez por todo el apoyo que ha brindado, no solo a mi sino a toda mi familia, y es una persona importante a mi formación profesional.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

También está dedicado a mis abuelos Julieta Solís, José Domingo, Esperanza Alegría, Horacio García y a mis hermanos, Lucía Esperanza e Irving Horacio, por todo el apoyo que me han brindado en mi formación profesional.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres y abuelos por todo el cariño, comprensión, guía y apoyo que me han brindado, ya que gracias a eso he podido realizar uno de mis mayores sueños y anhelos en mi vida. Gracias por sus palabras de ánimo, apoyo y consuelo a mi dedicación y esfuerzo, por lo cual les viviré eternamente agradecido.

También un agradecimiento infinitamente a toda mi familia, agradezco a ustedes que siempre velaron por mi desde niño y que me impulsaron a seguir siempre adelante aun cuando tuve dudas y tropiezos, hoy también gracias a ustedes me lleno de orgullo al dedicarles esa realidad tan hermosa que me han permitido alcanzar, gracias por ayudarme a hacer posible un logro más; el cual no será el último pero si el más importante en mi vida.

Hoy al ser un gran día, hoy que termina toda una larga jornada de sacrificios y desvelos, hoy quiero que sepan que mi principal motivación a lo largo de todo este tiempo han sido y seguirán siendo ustedes que confiaron en mí y me alentaron a seguir adelante, gracias por sus consejos y paciencia, su amor y sabiduría, no hubiese sido posible culminar mis estudios, es por eso que quiero agradecer a ustedes el haberme ayudado siempre en todo lugar. Este es el fruto de una lucha constante y es para ustedes, sinceramente muchas gracias por su apoyo y por ser una familia maravillosa.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

También quiero agradecer a mi asesor de trabajo el Ing. Leonardo Gómez Gutiérrez, por su apoyo a lo largo de la realización de este trabajo, y a mi desarrollo profesional.

Quiero agradecer a mis amigos de la carrera Zharenni Isabel Carpio Quevedo, Kevin Martin Mendiguchia Villatoro, Fidel Hernández Pérez y Karla Berenice Lopez González por todo el apoyo durante nuestra formación profesional, por todos esos momentos de desvelo y apoyos mutuos, por ser unos excelentes amigos, porque gracias a ustedes hoy me encuentro donde estoy, por eso y por mucho más, Gracias.

Finalmente debo un agradecimiento al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, compañeros y profesores que participaron en mi desarrollo profesional durante mi carrera, sin su ayuda y conocimiento no estaría donde me encuentro, y a todas aquellas personas que de una u otra forma, que directa o indirectamente me ayudaron a lograr este triunfo profesional. Gracias a todos!.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

INDICE

CONTENIDO		Pág.
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	JUSTIFICACIÓN	3
III.	OBJETIVOS	5
	General.....	5
	Específicos.....	5
IV.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO	
4.1.	Historia de la Refinería	7
4.2.	Misión	12
4.3.	Visión	12
4.4.	Política	12
	4.4.1. Política integral de gestión.....	13
4.5	Principios	14
	4.5.1. SSPA (Seguridad, Salud en el Trabajo y Protección Ambiental).....	14
4.6.	Organigrama de la empresa	15
V.	PRIORIZACION DE PROBLEMAS	
5.1.	Tipos de afectaciones en las UDAS	19
	5.1.1. Problema por variación de la concentración de la dureza y sílice a causa de lluvia.....	20
	5.1.2. Problemas por sílice coloidal.....	23
VI.	ALCANCES Y LIMITACIONES	
6.1	Alcances	26
6.2	Limitaciones de la Residencia	26
VII.	FUNDAMENTO TEÓRICO	
7.1.	Definiciones	29
	7.1.1. ¿Qué es ion?.....	29
	7.1.2. ¿Qué es un catión?.....	29
	7.1.3. ¿Qué es anión?.....	29
	7.1.4. ¿Qué es desmineralización?.....	30
	7.1.5. ¿Qué es un intercambio iónico?.....	31
	7.1.6. ¿Qué es neutralización?.....	32
	7.1.7. Dureza.....	32
	7.1.8. Acidez.....	32
	7.1.9. Sílice.....	33
	7.1.9.1. ¿Qué es la Sílice coloidal?	33
	7.1.9.2. ¿Cuáles son los parámetros de control límite?.....	34
	7.1.9.3. ¿Cuáles son los efectos de la sílice coloidal en la caldera o en otros	34



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

	equipos o procesos críticos?.....	
	7.9.1.4. ¿Cuáles son los diferentes métodos de remoción o reducción de la sílice coloidal?.....	35
	7.1.10. Ácido sulfúrico.....	37
	7.1.11. Sosa caustica.....	37
7.2.	Variables para el control de la operación.....	37
7.3.	Suministro de agua.....	38
	7.3.1. Generalidades.....	38
7.4.	Pretratamiento del agua.....	40
	7.4.1 Generalidades.....	40
	7.4.2 Clarificación.....	41
7.5.	Planta desmineralizadora de agua.....	45
	7.5.1. Objetivo.....	45
	7.5.2. Descripción de la Planta Desmineralizada UDA-1...	45
	7.5.2.1. Descripción del proceso de flujo de la planta desmineralizadora UDA-1.....	51
	7.5.2.2. Operación de la planta desmineralizadora UDA-1.....	54
	7.5.2.3. Operación de las unidades catiónicas...	54
	7.5.2.4. Operación de las unidades aniónicas....	55
	7.5.2.5. Operación de los lechos mixtos.....	55
	7.5.2.6. Diagrama de Flujo de la Unidad desmineralizadora de Agua UDA-1.....	57
	7.5.3. Descripción de la Planta Desmineralizada UDA-2...	62
	7.5.3.1. Descripción del flujo.....	69
	7.5.3.2. Operación de la planta desmineralizadora.....	72
	7.5.3.3. Operación de las unidades catiónicas...	73
	7.5.3.4. Operación de las unidades aniónicas....	73
	7.5.3.5. Operación de los pulidores.....	74
	7.5.3.6. Diagrama de Flujo de la Unidad desmineralizadora de Agua UDA-2.....	75
7.6.	Resinas de intercambio iónico.....	82
	7.6.1. Definiciones.....	82
	7.6.2. Intercambio iónico.....	85
	7.6.3. Propiedades de las resinas de intercambio iónico...	88
VIII.	PROCEDIMIENTOS, DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS Y RESULTADOS	90
8.1.	Problemas en la refinería por sílice coloidal en los sistemas de generación de vapor.....	94
8.2.	Compañías.....	95
	8.2.1. NALCO.....	95



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

8.2.2.	OPTA	95
8.3.	Problema por Incremento de la Sílice Coloidal en las purgas continuas de las calderas CB-2, CB-3, CB-4, CB-5 y CB-6, Septiembre 2013	99
8.4.	Afectaciones por la variación de la concentración de la dureza y la sílice en el mes de septiembre 2013	101
8.4.1	Área del Pretratamiento.....	106
8.4.2.	Unidades Desmineralizadoras de agua (UDAS).....	107
IX	PLANOS, GRAFICAS Y FOTOGRAFIAS	117
X.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	137
XI.	CITAS BIBLIOGRAFICAS	141
XII.	BIBLIOGRAFIA	141



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

I.- INTRODUCCIÓN

En el siguiente trabajo se presentaran los afectaciones y daños causados por variación de la concentración de la dureza y por sílice coloidal tanto en las áreas del pretratamiento, ares de intercambio iónico y el área de generación de vapor y energía eléctrica, se presenta un estudio realizado en todo el año 2013 de los parámetros físico-químicos del agua, desde la recepción en la refinería hasta la salida de las unidades de intercambio iónico.

También se tomara como referencia años anteriores para la comparación de datos, de igual manera de toma un caso real ocurrido en la refinería en el mes de septiembre del 2013.

Se presentan las bases de diseño de los quipos para poder justificar la cantidad de reactivos usados en los sistemas de intercambio iónico, y la generación de agua, así también las condiciones de entrada y salida por el paso de cada unidad, hasta llegar a la salida como agua tratada o desmineralizada, así también el arreglo de cada tren en las UDAS, y su respectiva descripción de proceso.

Se considera también los problemas que pueden afectar en una manera mayor a la refinería al no tener una agua tratada adecuadamente, como afecta la producción, de igual manera se presentan datos de costos de ciertos



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

parámetros considerados como los más importantes para el análisis del impacto que ocasionan estos problemas.

Se presenta una sección de anexos la cual contiene las gráficas de las tablas para poder apreciar los datos, al igual que fotografías reales que han dejado en años anteriores problemas por la dureza y la sílice coloidal.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

II.- JUSTIFICACION

La Refinería “Ing. Antonio Dovalí Jaime” se abastece de agua cruda de primer uso de la cuenca del río Tehuantepec, por medio de la presa derivadora de bombeo Bocatoma “Las Pilas”, a través de un acueducto de 36”Ø y 24 Km. de longitud, mediante un título de concesión que ampara el uso o aprovechamiento de Aguas Nacionales.

Actualmente, la Refinería tiene una demanda máxima de agua cruda de aproximadamente 35,000 m³/d, de los cuales poco más de la mitad los suministra del río Tehuantepec a través de la Presa Derivadora “Las Pilas”. Esta demanda podría incrementarse si se aplican los planes de ampliación de la Refinería.

Siendo el agua la materia prima para la Generación de Vapor, Energía Eléctrica y el enfriamiento de los productos destilados, adquiere vital importancia el suministro constante de este recurso hacia la Refinería, ya que a falta de agua por cualquier motivo o circunstancia la Refinería tendría que suspender su operación continua, afectando en forma crítica el abastecimiento de productos derivados del petróleo en el Litoral del Pacífico Mexicano.

Se cuenta con el título de concesión No. 05OAX124610/22IAGR05 expedido por la Comisión Nacional del Agua donde se señala la fuente de abastecimiento y afluente de agua a través del Río Tehuantepec.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

La alimentación de agua proviene desde las siguientes fuentes:

- Presa “Benito Juárez”
- Desalinización de agua de mar
- Planta de aguas residuales (PTAR)
- Planta de tratamiento de agua negra (PTAN)
- Río Tehuantepec

El agua tan necesaria para la vida es y ha sido, uno de los factores más importantes para el programa y desarrollo industrial de los pueblos, a tal grado que puede decirse, que las civilizaciones han avanzado en función de la riqueza y calidad de sus mantos acuíferos.

Las aguas naturales contienen una serie de contaminantes entre los cuales el material disuelto y la sílice son los componentes más dañinos para los sistemas de generación de vapor, ya que se depositan en la superficie de los sistemas de transferencia de calor o bloquean los tubos de la caldera.

El sílice es particularmente más peligroso debido a su paso al estado de vapor que crea que se dañen los alabes de las turbinas de generación de potencia.

Para evitar este problema se hace necesario un tratamiento conocido como desmineralización, que consiste en poner en contacto el agua con resina de intercambio iónico.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

III.- OBJETIVOS

General

Estudio de la caracterización y determinación de los parámetros específicos del agua para la evaluación de riesgos en los equipos de proceso UDAS y otros equipos en la planta Termoeléctrica

Específicos

- Investigación detallada de los parámetros que requieren los equipos para su óptima función.
- Investigación sobre los daños ocasionados por sílice coloidal en el agua a los equipos del área de servicios principales.
- Valoración de los daños que podrían ocasionar el sílice coloidal en los equipos al no tener un buen sistema de tratamiento



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

**Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la
concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras**

CAPITULO IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

CAPITULO IV: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO

4.1. HISTORIA DE LA REFINERIA

El área donde fue construida la Refinería, es de clima tropical y el terreno es de llanura formada con materiales aluviales y lacustres procedentes de gravas, arenas y arcillas de edad cuaternaria, que cubren las rocas sedimentarias preexistentes en el subsuelo y cuyos espesores son variables hasta una profundidad de 100 metros.

Los terrenos se encuentran comprendidos dentro de los ejidos del Boca del Río, Salina Cruz, San José del Palmar y San Pedro Huilotepec, sobre un total de 600 hectáreas localizadas entre Santo Domingo Tehuantepec y el Puerto de Salina Cruz.

La creciente demanda de combustóleo, destilados y gas licuado en la zona del pacífico, así como la disponibilidad de la materia prima suficiente, dieron origen a la necesidad de construir la Refinería "Ing. Antonio Dovalí Jaime" en la jurisdicción de la zona sur, en el municipio de Salina Cruz, Oax., inaugurada oficialmente en abril de 1979. Esta Refinería que tiene como objetivo primordial elaborar los productos destilados y residuales para abastecer el consumo del litoral del pacífico, cuenta además con la



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

infraestructura de almacenamiento para la exportación de petróleo crudo para algunos países de oriente.

La refinería se encuentra localizada en una superficie total de 767 hectáreas, distante a cinco kilómetros al noreste de la ciudad y puerto de Salina Cruz.

El municipio de Salina Cruz se ubica sobre la costa del Océano Pacífico, en una latitud norte 16°09'30" y longitud oeste 95°1'30" y está catalogado como puerto de altura y gran cabotaje.

Actualmente, Salina Cruz cuenta con una población de 230,000 habitantes y es considerado como uno de los puertos más importantes del Pacífico mexicano y una de las ciudades con brillante porvenir en el estado de Oaxaca.

A partir de la puesta en operación de la Refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime, ésta ha registrado un constante crecimiento que la ubica como la más grande del sistema petrolero de refinación en el contexto nacional, con capacidad para procesar 330,000 BPD de crudo.

El petróleo crudo que se extrae de los yacimientos localizados en los estados de Tabasco, Chiapas y la Sonda de Campeche, se concentra en la estación de recolección y bombeo, ubicada en Nuevo Teapa. Parte de este crudo se envía través de dos oleoductos de 30 y 48 pulgadas de diámetro, hasta la



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

refinería. El crudo, sea para su procesamiento o para exportación, se almacena en tanques de 100, 200 y 500 mil barriles, cuyas características de diseño y seguridad garantizan el adecuado abastecimiento. Para el manejo de los hidrocarburos y productos, la refinería cuenta con una capacidad de 14 millones de barriles en 125 tanques, de los cuales 20 almacenan materias primas, tales como crudo Istmo, Maya y sus mezclas y metanol; 39 para productos intermedios como gasolina primaria, slop, base nova, querosina primaria, turbosina primaria, diésel primario, aceite cíclico ligero, gasóleos, residuos catalíticos, aceite recuperado y 66 para productos finales: butano-butileno, propileno, gas LPG, gasolina Pemex Magna, turbosina, tractomex, diésel desulfurado, Pemex Diésel, combustóleo, TAME y MTBE.

La distribución de los productos refinados se efectúa a través de la Terminal de Ventas Terrestre localizada en Salina Cruz, Oax., la cual abastece la zona de influencia que conforman las agencias de ventas del estado de Oaxaca; las de Tuxtla Gutiérrez, Arriaga y Tapachula, en el estado de Chiapas; así como a los estados de Veracruz, Tabasco, Yucatán y México. Asimismo, resulta de mucha importancia la Terminal Marítima de Pemex Refinación enclavada en la costa, aproximadamente a 10 Km de la refinería. Por esta Terminal y a través de buque-tanques se exporta el petróleo crudo y se transporta combustible a los estados mexicanos localizados en el litoral del Pacífico.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Un aspecto muy importante y que la empresa no descuida, es la capacitación de su personal. La refinería considera al elemento humano como prioritario en el proceso productivo dado la evidencia de que el éxito o fracaso de una empresa depende de la capacidad y disponibilidad de los hombres que en ella laboran y es el factor que motiva al cambio y logra la apertura hacia la cultura organizacional que se requiere. Para lograr la unión de la familia petrolera y fortalecer las relaciones empresa-trabajador, coadyuvando al mejor aprovechamiento de su tiempo libre como forma para mejorar su calidad de vida, no sólo el trabajador y su familia, sino también, de la comunidad con la que convive, se tiene el Centro de Servicios Sociales y Culturales.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME”

- **UBICACIÓN:**

GOLFO DE TEHUANTEPEC.

- **SUPERFICIE:**

767 HECTAREAS.

- **CAPACIDAD:**

330,000 B/D CRUDO.

- **CAP. ALMACENAMIENTO:**

CRUDO: 7,100 MB

PROD. INTERMEDIOS: 2,325 MB

PROD. TERMINADOS: 3,480 MB

- **GENERACION DE SERVICIOS:**

VAPOR: 1,200 T/HR

ENERGIA ELECTRICA: 114 MW/HR





**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

4.2. MISIÓN.

Ser para Pemex Refinación la entidad responsable de elaborar productos petrolíferos con calidad y oportunidad para satisfacer la demanda nacional, dentro de un marco de seguridad, protección al medio ambiente y rentabilidad, contribuyendo al fortalecimiento global de Petróleos Mexicanos.

4.3. VISIÓN

Ser reconocida por los mexicanos como un organismo socialmente responsable, que permanentemente aumenta el valor de sus activos y de los hidrocarburos de la nación, que es ágil, transparente y con alto nivel de innovación en su estrategia y sus operaciones

4.4. POLÍTICA.

Petróleos mexicanos es una empresa eficiente y competitiva, que se distingue por el esfuerzo y el compromiso de sus trabajadores con la seguridad, la salud en el trabajo y la Protección Ambiental, mediante la administración de sus riesgos, el cumplimiento Normativo con Disciplina Operativa y la Mejora Continua.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

4.4.1. POLÍTICA INTEGRAL DE GESTIÓN

En la Subdirección de Producción es prioridad el buen desempeño en todas las actividades que se realizan en las Refinerías y áreas centrales para satisfacer la demanda de productos petrolíferos en base a los requisitos de nuestros clientes dentro de un marco de desarrollo sustentable, eficiencia, rentabilidad y desarrollo integral del personal; por lo que declara como compromiso apoyarse en la implantación y mantenimiento de Sistemas de Administración de la Calidad, Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, para:

- Cumplir con los requerimientos legales y normativos vigentes en materia de Administración Pública, Seguridad Industrial, Salud y Protección al Medio Ambiente, así como otros requisitos afines, aplicando un enfoque preventivo y de mejora continua en las actividades que se realicen dentro de nuestras instalaciones; todo ello en beneficio de los trabajadores, la comunidad y demás partes interesadas.
- Establecer objetivos, metas y programas relacionados con el mejoramiento de la Calidad, Seguridad, Salud y Protección al Medio Ambiente, especialmente en el uso eficiente del agua y la energía,



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

realizando revisiones periódicas para asegurar el cumplimiento de los mismos.

4.5. PRINCIPIOS

4.5.1. SSPA (Seguridad, Salud en el Trabajo y Protección Ambiental)

La seguridad, salud en el trabajo y Protección Ambiental son valores de la **más alta prioridad** para la producción, el transporte, las ventas, la calidad y los costos.

Todos los incidentes y lesiones se pueden **prevenir**.

La seguridad, salud en el trabajo y Protección Ambiental son **responsabilidad** de todos y condición de empleo.

En Petróleos Mexicanos, nos comprometemos a continuar con la protección y el mejoramiento del medio ambiente en **beneficio de la comunidad**.

Los trabajadores petroleros estamos convencidos de que la Seguridad, Salud en el trabajo y Protección Ambiental son en beneficio propio y **nos motiva a participar** en este esfuerzo.

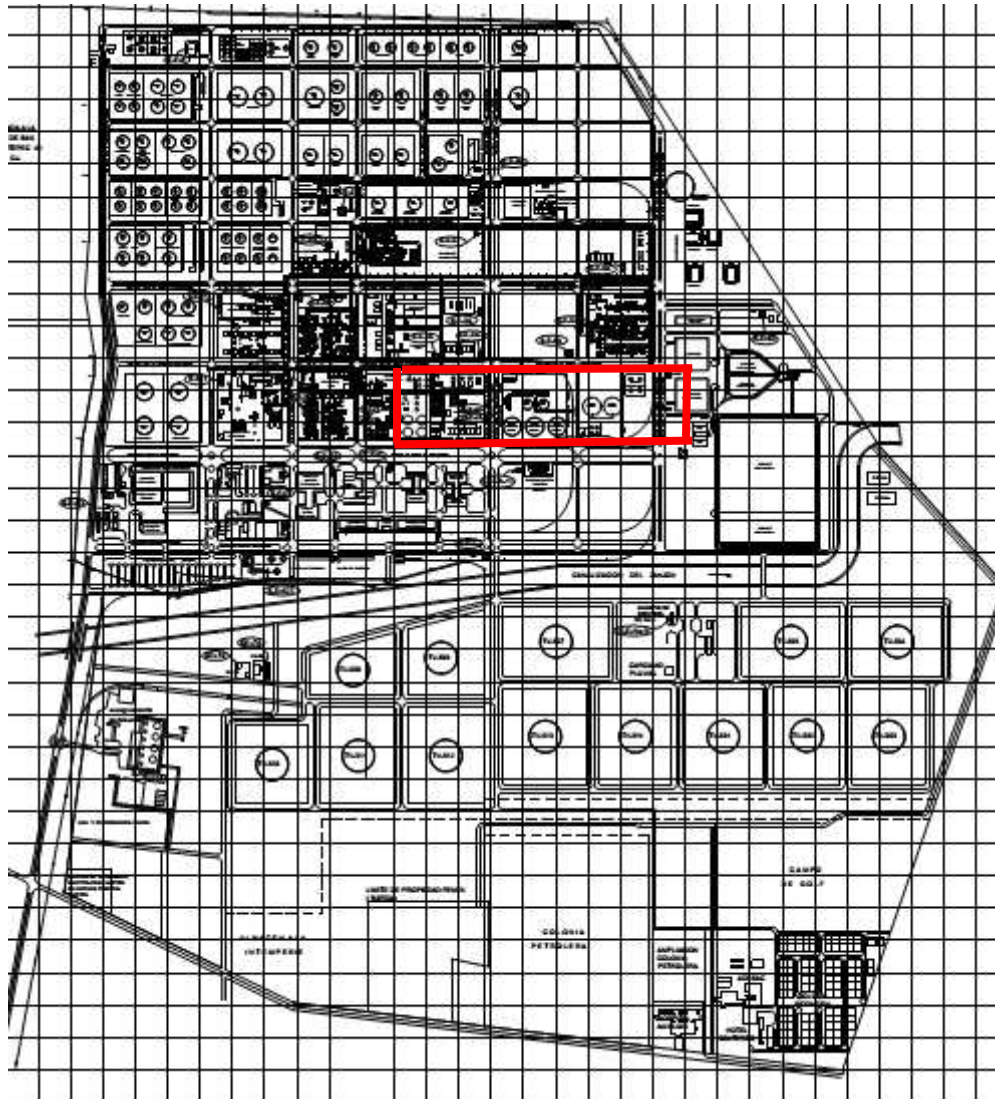


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

4.6. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

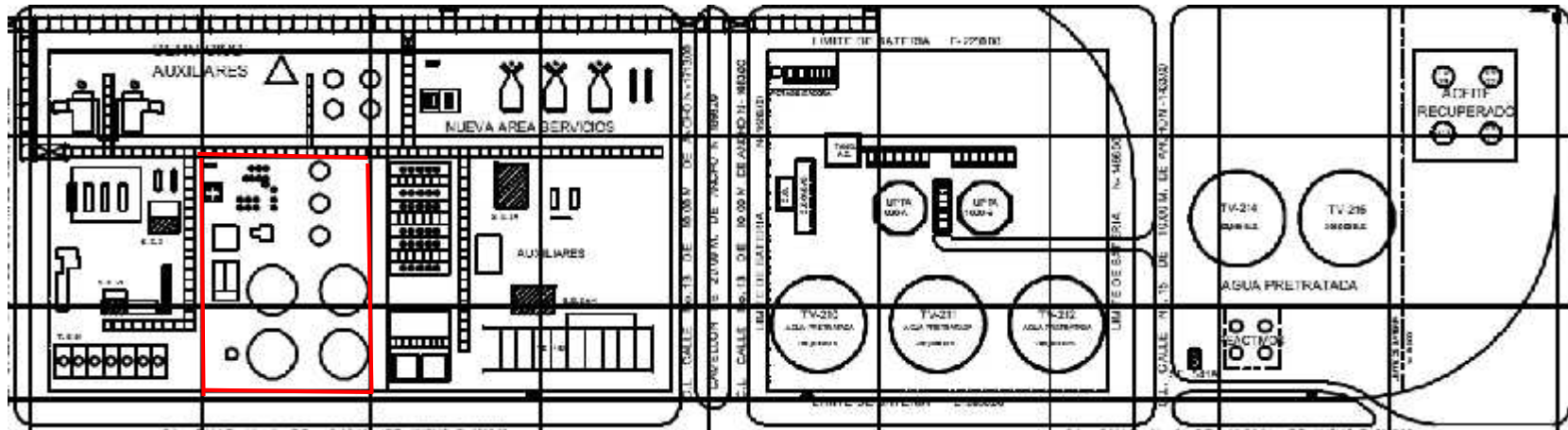
La planta de Tratamientos de Agua abarca cierta parte del área de Servicios Principales, Pretratamiento y Área de reactivos.





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

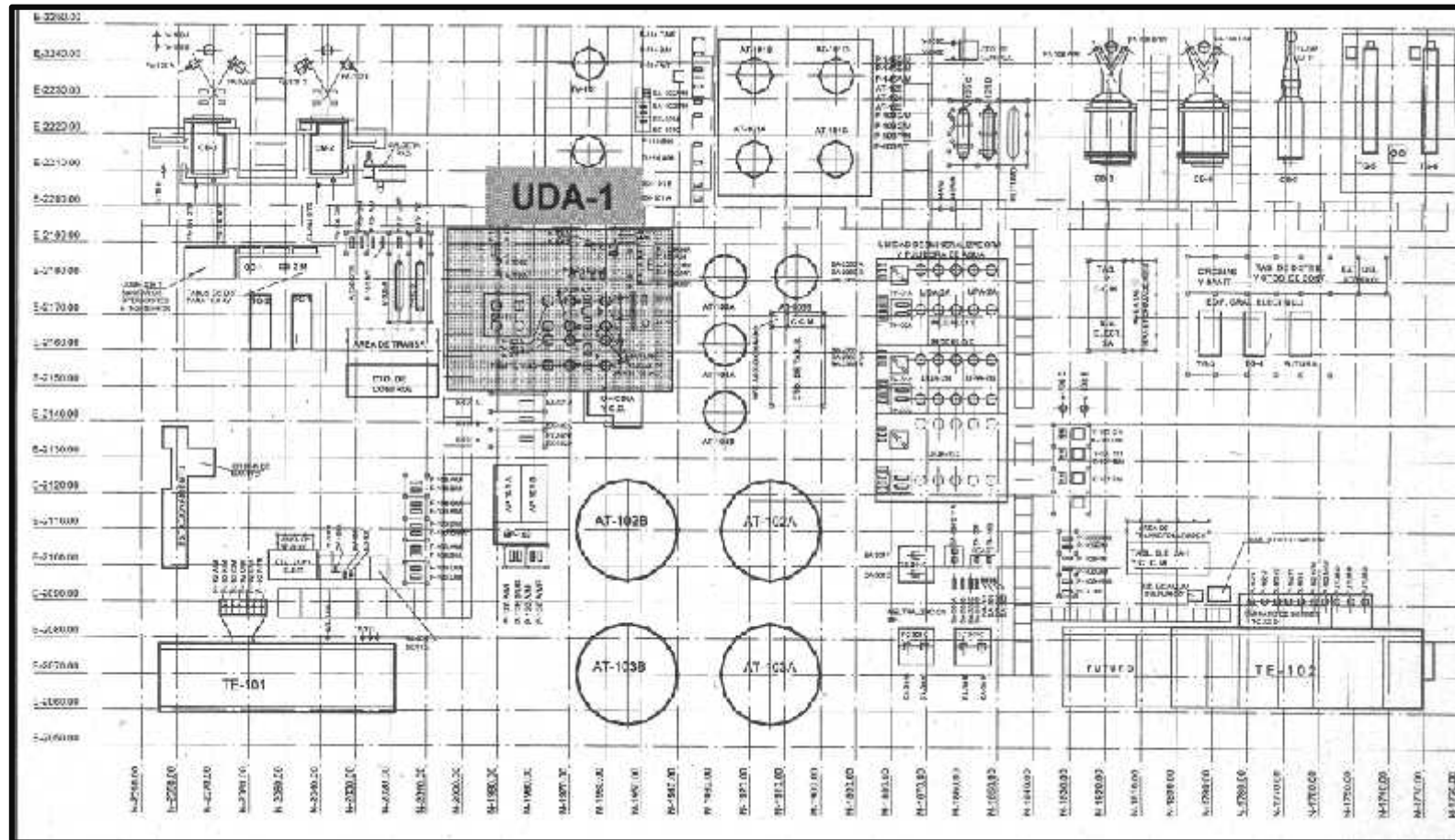




INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

LOCALIZACION DE LA UNIDAD DESMINERALIZADORA UDA 1





**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

**Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la
concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras**

CAPITULO V. PRIORIZACION DE LOS PROBLEMAS



CAPITULO V.- PRIORIZACION DE LOS PROBLEMAS

5.1. TIPOS DE AFECTACIONES EN LAS UDAS

Una de las problemáticas en las Plantas Desmineralizadoras han sido las afectaciones por medios climatológicos y por problemas a falta de reactivos, sea en las UDAS o en el área del Pretratamiento.

Los problemas que surgen al no tener un buen tratamiento de agua se debe a ciertos factores que influyen como son:

- Falta de Reactivos (Hidróxido de Sodio, Ácido Sulfúrico, Coagulantes, ayuda coagulantes)
- Equipos en mal estado, dañados o falta de alguno de ellos
- Fugas
- Diafragmas Rotos
- Problema por la Lluvia.
- Sílice Coloidal

Se hará una breve explicación de cómo estos factores pueden afectar la función del Área de tratamiento de aguas, y que tipo de consecuencias pueden llegar a ocurrir.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

5.1.1. PROBLEMA POR VARIACION DE LA CONCENTRACION DE LA DUREZA Y SILICE A CAUSA DE LLUVIA

Una de las problemáticas más grandes que ha tenido las plantas Desmineralizadoras “UDAS” en la refinería “Ing. Antonio Dovalí Jaime” son los problemas por variación de dureza y la sílice, las plantas Desmineralizadoras tienen como objetivo la eliminación de Dureza, CO₂, O₂ y Sílice, así posteriormente ocupar el agua para la generación de vapor en las calderas y la energía eléctrica en los turbogeneradores.

La lluvia aumenta la concentración de dureza y por motivo el arrastre de desechos y sílice, el agua es bombeada desde la Boca toma de PEMEX derivadora “Las Pilas”, al momento de llover el agua empieza a ablandar el suelo provocando el arrastre de sólidos, como: tierra, piedras, animales, plásticos, cartón, generación de lodos etc, después esta, es enviada por un acueducto al pretratamiento de la refinería, los sólidos más grandes son atrapados en una trampa de diablos que se encuentra antes de la llegada al pretratamiento .

La parte del pretratamiento se encarga de la remoción de sólidos suspendidos, en sí, quitar la turbidez del agua, cabe hacer mención que la turbidez permitida debe ser 1.0 NTU como máximo, la remoción del sílice es fundamental en el área del pretratamiento.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

El agua pretratada que es enviada a las UDAS y tiene concentración de dureza y sílice elevadas, trae como consecuencia, la regeneración de las unidades aniónicas y catiónicas con mayor frecuencia, ya que dichas unidades se encargan de remover las durezas y la sílice, esto provoca que las unidades se agoten en menor tiempo y sea necesario volver a regenerar.

Cabe hacer mención que el consumo de reactivos para la regeneración de las unidades de intercambio iónico se incrementa considerablemente, un problema mayor radica en las consecuencias que provoca la regeneración, debido a que para poder regenerar cada unidad es necesaria cierta dosis de reactivos como son el Hidróxido de sodio (NaOH) para los Aniones y el Ácido sulfúrico (H_2SO_4) para los Cationes, dichos reactivos son llevados a una concentraciones menos al mezclarlos con el agua ya que para la regeneración es usada agua de servicios principales, por lo tanto las afectaciones empiezan a notarse con el tiempo, a regeneraciones constantes es necesaria agua y reactivos, lo cual estos reactivos tienen un costo, eso implica una mayor compra, mover la planeación de llegada de reactivos a las UDAS y una mayor inversión.

Otra de las afectaciones que implica la regeneración es el deterioro diafragmas en las válvulas de entrada y salida de cada unidad de intercambio, esto implica que su desgaste sea más rápido provocando el paro de un tren o solo la unidad para poder iniciar el cambio de la pieza rota,



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

cabe hacer mención que esta afectación es la más común dentro de las UDAS, las válvulas con diafragmas pueden ser manuales o automáticas de tipo vertedor o actuador, pero al tener que cambiar constantemente estos diafragmas la demanda de estas piezas, aumenta considerablemente por lo que es necesaria una mayor demanda de diafragmas, a la larga, la regeneración y el cambio constante de diafragmas empieza a desgastar las válvulas, lo cual llega el momento en que las válvulas dejan de funcionar y hay que programar el paro de un tren para el mantenimiento o cambio de una válvula.

Al parar un tren la generación de agua tratada disminuye, los niveles de los tanques empiezan a bajar y en circunstancias extremas que la refinería se quedase por algún motivo sin operación de alguna de las plantas Desmineralizadoras (UDA 1 y 2) momentáneamente, los tanques AT 102,103 A y B tienen cierta capacidad para la acumulación del agua tratada y así poder subsidiar a las calderas para la generación de vapor, el vapor se enviara principalmente para la generación de energía eléctrica a través de los turbogeneradores.

Al no tener estas unidades Desmineralizadoras de manera óptima la refinería no tendrá agua tratada lo cual los problemas continuaran en los deareadores, calderas y turbogeneradores, ya que estos equipos tendrán incrustaciones, lo cual implica tener que parar una caldera o un turbogenerador, cabe



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

mencionar que el agua tratada es la misma que entra a cualquiera de las 6 calderas y a los 4 turbogeneradores, lo cual, en el mayor de los problemas entraría en paro la refinería.

5.1.2. PROBLEMAS POR SÍLICE COLOIDAL

Como ya se ha mencionado para la regeneración de las unidades aniónicas y catiónicas es necesario el uso de reactivos, lo cuales son: Ácido Sulfúrico para los Cationes e Hidróxido de sodio para las unidades aniónicas, la función de estas unidades se explicara de forma detallada más adelante.

La Sílice coloidal no es iónica y se encuentra típicamente en las aguas superficiales. La cual crea problemas en el tratamiento del agua debido a su estabilidad como un compuesto no ionizado y es difícil removerlo usando procesos de intercambio iónico. Puede causar ensuciamiento en la resina cuando el nivel de la Sílice coloidal es exageradamente alto. Y es esencial su remoción del agua cuando esta se usa en la operación de calderas de alta presión. La Sílice coloidal pasa a través de la planta desmineralizadora (DM) para convertirse en Sílice reactiva a una alta temperatura y presión resultando en severos problemas en las calderas.

Cuando se usan las plantas de osmosis inversa (RO) son usadas en el tratamiento del agua, la Sílice coloidal y las impurezas asociadas a ella



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

pueden ensuciar las membranas RO resultando en una caída de la productividad.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

**Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la
concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras**

CAPITULO VI.- ALCANCES Y LIMITACIONES



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

6.1.- ALCANCES

Los alcances que se pretenden con el proyecto de residencia es dar una perspectiva del tratamiento químico integral que se le ha dado al agua en todo el año 2013 no solo eso, demostrar como las pequeñas variaciones de concentración, dureza, sílice, etc. afectan de una manera impactante no solo a la planta de tratamientos de agua, sino también al área de servicios auxiliares y generación de vapor, y posteriormente al no poder corregir en su momento los problemas, estos afectarían de una mayor manera a la refinería.

El uso del proyecto será para la superintendencia de fuerza y servicios principales de los cual se pretende analizar en el proyecto en que meses la producción de agua para generación de vapor ha ido en aumento o decayendo, observar y justificar los datos en los meses del año 2013 y tratar de aplicar mejoría en el sistema para una mejor producción.

6.2.- LIMITACIONES

Una de las mayores limitaciones para la realización del trabajo, fueron los datos que se necesitaban de las compañías encargadas de los tratamientos químicos integrales en distintas áreas de la planta de servicios principales, ya que estos datos son privados los cuales se necesita un permiso especial para poder obtener los datos, de igual manera no pueden otorgarnos una



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

copia o datos a no ser que sea una orden directa de algún superior de ellos, lo cual habían ocasiones que se necesitaba verificar las bitácoras de los operadores de la refinería para corroborar ciertos datos, los cuales no siempre coincidían con los datos de las compañías los cuales la misma compañía estaba obligada a pasarlos en los 3 distintos turnos, esto podría ser error de los operadores al escuchar los datos o de la misma compañía o no pasarlos correctamente, esto requiere un trabajo extra ya que se tenían que revisar los reporte de alguna fecha los cuales están archivados en la refinería y hay que llevar una solicitud del jefe de la planta para poder verificar esos datos.

Otra limitación fue que la planta no contaba con el jefe de la planta durante casi 3 meses, lo cual esos reportes no podrían mirarse muy seguidamente, ya que el jefe era muy inusual mirarlo dentro de la refinería, lo cual tenía que hacer los documentos y llevar la firma de él.

Una limitación extra es el escaso tiempo que tienen las compañías, ya que ellos cumplen con un horario de trabajo y se ven muy limitados a poder hacer un tiempo para poder proporcionar los datos requeridos, esto causa un atraso en la realización del trabajo, lo cual uno tiene que adaptarse a los horarios que ellos decidan.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

**Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la
concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras**

CAPÍTULO VII. FUNDAMENTO TEORICO



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

CAPITULO VII. FUNDAMENTO TEÓRICO

Para el entendimiento del proyecto es necesario aclarar ciertos criterios como definiciones, el objetivo de las unidades Desmineralizadoras, así como su función, capacidades que se manejan, entre otras cosas.

7.1. DEFINICIONES

7.1.1. ¿Qué es ion?

Es una partícula cargada constituida por un átomo negativo o positivo o conjunto de átomos neutros que ganaron o perdieron electrones.

Los iones cargados negativamente, producidos por la ganancia de electrones, se conocen como aniones (que son atraídos por el ánodo) y los cargados positivamente consecuencia de una pérdida de electrones, se conocen como cationes (los que son atraídos por el cátodo).

7.1.2. ¿Qué es un catión?

Es un ion (sea átomo o molécula) con carga eléctrica positiva.

7.1.3. ¿Qué es anión?

Es un ion (sea átomo o molécula) con carga eléctrica negativa.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.1.4. ¿Qué es desmineralización?

Es un proceso mediante el cual se eliminan sólidos disueltos de origen mineral presentes en toda las agua naturales y cuyo presencia es dañina para las operaciones y procesos productivos para los cuales está destinado, dicha eliminación de sólidos disueltos de ha logrado confiablemente con diversas técnicas y combinaciones de las mismas, no obstante en la actualidad se reconocen las siguientes opciones:

1.- Intercambio iónico por medio de resinas sintéticas. El proceso mediante el intercambio iónico emplea resinas catiónicas y aniónica, que pueden ser base fuerte o base débil dependiendo la calidad del agua a obtener y los contaminantes que se requiera remover.

2.- Osmosis inversa o una combinación de esta, con intercambio iónico según el nivel de calidad esperado en el agua desmineralizada.

Para Pemex el agua desmineralizada se emplea para la generación de vapor (calderas).

Se dice que cuando el agua a calderas lleva partes de sales no se hizo el proceso de desmineralización completa, es decir 0 sales minerales, entonces ocasiona daño en la operación.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.1.5.- ¿Qué es un intercambio iónico?

En el contexto de purificación, intercambio de ion es un proceso rápido y reversible en el cual los iones impuros presente en el agua son reemplazados por iones que despiden una resina de intercambio de iones, es decir los iones impuros son tomados por la resina que debe ser regeneradas periódicamente para restaurarla a su forma iónica original.

Las resinas de intercambio iónico para los procesos de desmineralización son de dos tipos:

1. Resina catiónica ciclo-hidrogeno. R-H

Esta resina elimina los cationes del agua y da a cambio el ion hidrogeno (H⁺).

2. Resina aniónica ciclo-hidróxido. R-OH

Esta resina elimina los aniones del agua y da a cambio el ion hidróxido (OH⁻).

A continuación enlistare los iones que son generalmente encontrados en aguas crudas.

CATIONES

CALCIUM (Ca⁺⁺)
MAGNESIO (Mg⁺⁺)
SÓDIO (Na⁺)

ANIONES

CLORURO (Cl⁻)
BICARBONATO (HCO³)
NITRATO (NO³)



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Cuando la resina está agotada y decimos que está haciendo el intercambio iónico no es cierto porque necesita regenerarla para darle su forma original.

7.1.6.- ¿Qué es neutralización?

Una reacción de neutralización es una reacción entre un ácido y una base. Cuando en la reacción participan un ácido fuerte y una base fuerte se obtiene una sal y agua. Mientras que si una de las especies es de naturaleza débil se obtiene su respectiva especie conjugada con agua. Así se puede decir que la neutralización es la combinación de cationes hidrogeno y de iones hidróxido para formar moléculas de agua. Durante este proceso se forma una sal.

7.1.7.- Dureza.

Es la cantidad de dureza en las aguas naturales y se debe a la presencia de sales minerales de calcio y magnesio en forma de carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos.

7.1.8.- Acidez.

Es la medición relativa constituyente de ácidos totales de un agua tanto en el estado ionizado

Como en el no ionizado. Se expresa usualmente en mg/lit ò en ppm equivalente calcio carbónico (CaCO_3)



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.1.9.- Sílice.

Mineral formado por silicio y oxígeno.

7.1.9.1.- ¿Qué es la Sílice coloidal?

Las partículas coloidales son partículas pequeñas, de tamaño intermedio entre las soluciones verdaderas y la materia suspendida. Se pueden asumir que alguna partícula sea más grande que 10^{-6} de unidades y <1 micrón de diámetro.

La Sílice en el agua está presente mayormente como Sílice reactiva o disuelta. En aguas superficiales, una pequeña cantidad de Sílice no reactiva (en dimensiones coloidales) puede también estar presente en algunas partes durante el año, especialmente durante las lluvias.

El agua pasa a través y sobre varios suelos en los lagos y ríos, la formación del Dióxido de Carbón (CO_2) y de ácidos orgánicos resultado de la actividad microbiana causando la degradación ácida de los minerales de Silicatos (particularmente partículas de arcilla). Este ataque ácido en los minerales disuelve el Hierro, Aluminio, etcétera y las interacciones de esos componentes con la Sílice resultan en la formación de la Sílice coloidal que es estabilizada con un revestimiento de materia orgánica.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.1.9.2.- ¿Cuáles son los parámetros de control límite?

Para agua tratada para calderas de alta presión: En el domo de la caldera la Sílice coloidal está convertida en Sílice reactiva debido a las condiciones de alta temperatura y presión existentes en el domo. Algunos criterios de control son diseñados para la Sílice total, como los siguientes:

PRESIÓN EN LA CALDERA (PSIG)	TOLERANCIA DEL SIO₂ EN EL AGUA DE ALIMENTACIÓN (PPM)
1000	0.02
1500	0.01

El agua superficial típica tiene alrededor de 0.5 ppm de Sílice coloidal con 0.02 ppm de Sílice reactiva a partir de la planta de tratamiento de agua si se elevará la Sílice del agua de alimentación a 0.52 ppm se pondría una restricción al límite de la Sílice (típicamente de 2 ppm para las calderas de alta presión).

7.1.9.3.- ¿Cuáles son los efectos de la sílice coloidal en la caldera o en otros equipos o procesos críticos?

La presencia de Sílice en el agua de alimentación a la caldera es de cuidado así como su tendencia a volatilizarse junto con el vapor y después depositarse como incrustación duro y del tipo vidrio en los alabes de la turbina. Esta puede ser costoso debido a los paros resultantes para el mantenimiento de las turbinas.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Cuidando los valores de la Sílice en el domo de la caldera bajo del control significaría altas purgas de fondo y pérdida de la eficiencia.

Un caso en la India, donde el factor de carga de la planta es una consideración importante, la inversión adicional en la ultra filtración (para reducir la Sílice coloidal) está justificada al reducir el número de paros causados por la falla de la turbina debido a los depósitos de la Sílice.

7.1.9.4.- ¿Cuáles son los diferentes métodos de remoción o reducción de la sílice coloidal?

La Sílice coloidal puede ser reducida/removida por los siguientes dos métodos: **Coagulación/Floculación**: Las dificultades en la remoción de la Sílice no reactiva es a partir del hecho que no está presente como una partícula coloidal simple y no es fácil su coagulación bajo condiciones normales. Está presente mayormente como una Sílice hidratada asociada con materia orgánica naturalmente presente en el suelo y óxidos hidratados de Hierro y Aluminio.

La experiencia ha mostrado que la remoción óptima de la Sílice no reactiva puede ser alcanzada si todas las siguientes condiciones con logradas:

- Pre clorinación efectiva del agua para oxidar la materia orgánica asociada con las partículas coloidales.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

- Mantener las condiciones de un pH óptimo y dosificar un coagulante primario como aluminio y un polielectrolito para la floculación, en dosificaciones determinados por la prueba de jarras.
- Un clarificador tipo de contacto sólido, con recirculación de sólidos, dando las condiciones ideales para la coagulación de la Sílice no reactiva. Como está presente en pequeñas cantidades, la recirculación de sólidos asegura un contacto adecuado entre las partículas coloidales y el coagulante.

La coagulación, es un buen proceso físico y bajo condiciones ideales, uno podría sin embargo esperar una remoción del 80 a 90% de la Sílice no reactiva presente en el agua.

Ultra filtración: La mejor forma de asegurarse la remoción máxima de Sílice no reactiva es removiendo la masa en la planta de pre tratamiento y limpiar en un sistema de ultra filtración (UF) instalada en la salida de la unidad de lecho mixta (MB).

La UF es un proceso activado por presión empleando membranas semi-permeables con una estructura asimétrica y pueden ser efectivamente usadas para la remoción de la Sílice no reactiva.

Para las plantas de fuerza existentes que usan el intercambio iónico convencional (DM), la solución para rediseñar la planta con descargas a las



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

membranas de UF de fibras porosas de la unidad MB para retener y remover físicamente alguna Sílice coloidal que pueden haber escapad al pre tratamiento y los lechos de intercambio iónico.

7.1.10. Ácido sulfúrico.

Su fórmula es H_2SO_4 , es un líquido corrosivo, de gran viscosidad, incoloro y con una densidad relativa de 1,85. Tiene un punto de fusión de $10,36\text{ }^{\circ}C$, un punto de ebullición de $340\text{ }^{\circ}C$ y es soluble en agua en cualquier proporción.

7.1.11. Sosa caustica.

Su fórmula es (NaOH) es usado en la industria (principalmente como una base química, en la fabricación de papel, tejidos, y detergentes.

7.2. VARIABLES PARA EL CONTROL DE LA OPERACIÓN

Es necesario controlar las siguientes variables, las cuales deben mantenerse dentro de los límites permisibles de operación de la planta.

Las variables a considerar son las siguientes:

- Flujo
- Nivel
- Presión
- Temperatura



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.3. SUMINISTRO DE AGUA

7.3.1. Generalidades

La refinería de salina cruz, Oaxaca, se suerte agua de la presa “Benito Juárez”, la cual controla la avenidas del rio de Tehuantepec, irriga el valle del istmo y proporciona agua a la refinería y aproximadamente al puerto industrial de Salina Cruz.

Datos de la presa “Benito Juárez”

Capacidad Útil	:	927.43x10 ⁶ M ³
Capacidad del Vaso	:	946.5x10 ⁶ M ³
Súper Almacenamiento	:	958.0x10 ⁶ M ³

De la presa “Benito Juárez”, el agua controlada (por extracción o vertiendo cuando está llena”, sigue el curso del lecho del rio Tehuantepec por 17 Km. Aproximadamente, hasta donde se encuentra a su margen izquierda la presa derivadora “las Pilas” que suministra agua al canal de riego y al rio, en el margen derecho se encuentra la obra de toma de Pemex.

Datos de la presa Derivadora “Las Pilas”

Vertedor tipo	:	“creador”
Long. del Vertedor	:	416 M.
Desarenador	:	3 compuertas radiales de 4 x 3 M. accionados por mecanismos eléctricos.
Toma al canal de riego	:	7 compuertas radiales de 4 x 1.4
Capacidad de derivación	:	70 M ³ /seg.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

a) Datos de la obra de toma de Pemex (“Boca toma las pilas”):

Capacidad	2 M ³ /seg.		
Alcalinidad F	0 - 10	ppm. Como CaCO ₃	
Alcalinidad M	110 - 200	“ “ “	
Dureza Total	100 – 190	“ “ “	
SiO ₂	14 – 21	ppm. Como SiO ₂	
Turbidez	4 – 500	“ “ “	
S.S.	4.5 – 59.8	ppm. (no se ha determinado a máxima turbidez)	
S.D.	214 – 263	“ “ “ “	
S.T.	218 – 277	“ “ “ “	
Materia Orgánica	2 – 2.6	ppm como O ₂	
PH	7.8 – 8.3		
Conductividad	280 – 330	Umho	

La obra de toma consiste en un canal de llamado, un canal derivador del cual se deriva el agua hacia el cárcamo de bombeo y un canal desarenador con una compuerta radial. Actualmente el canal de llamado prácticamente no se usa ya que se dragó la parte poniente del vertedor y por allí se suministra la mayor parte del agua, debido a que se derrama el agua por el vertedor cuando el flujo hacia el canal de riego es mayor a 25 M³/seg.

El agua se envía a refinería a través de las bombas BA-1016, las cuales son de tipopozo profundo de 1770 rpm, 800gpm, 100 Hp, 4160 Volts, AP=150



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

psig, y una bomba centrífuga sumergida accionada con motor de combustión interna de 1800 rpm, 450 Hp, $A_p=60$ psig.

El acueducto de Pilas-Refinería tiene una longitud de aproximadamente 24 Km. Hasta la trampa de recibo de diablos y un diámetro de 36”. Cuenta con un registrador de flujo, trampa de venteo de aire de $\frac{3}{4}$ “en la parte más alta del tubo, y con un sistema de protección catódica, así como también con trampa de envío y recibo de diablos.

En la boca toma se cuenta con un clorador, el cual se utiliza para preclorar el agua a 2.0 ppm de Cl_2 para que se tenga un residual de 0.1 a 0.8 ppm de Cl_2 a la llegada a refinería.

7.4. PRETRATAMIENTO DEL AGUA

7.4.1. Generalidades

Consiste en dos unidades UPTA – 1000 A y B (Permujets) de 8,000 gpm c/u, con un tiempo de residencia de 161 min., de 30.40 M. de diámetro y 6.70 M. de altura, de concreto, en los cuales se efectuaran las reacciones de coagulación y floculación, dos baterías de 7 filtros, automáticos sin válvulas, que utilizan arena como medio filtrante; un sistema de dosificación de reactivos (cal, coagulante, ayuda coagulante), con sus bombas respectivas, tanques, agitadores y un tablero de control, para la adición de reactivos; cuenta además con un sistema de cloración que opera en función al flujo de



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

entrada; una cisterna de almacenamiento de agua pretratada de 1,300 M³ (EM-300) la cual tiene un control de nivel que acciona la válvula automática de entrada de agua a los Permujets, y bombas para enviar agua pretratada a torres de enfriamiento, Pta. Desmineralizadora, Red de agua de servicios, Pta. Potabilizadora, Terminal de amoniaco y Terminal de ventas 1 y 2.

7.4.2. Clarificación

La descripción del proceso es como sigue. El agua clorada procede del acueducto de 36"Ø, pasa por un medidor de flujo FT-22 el cual envía una señal al tablero de control para accionar los sistemas de dosificación de reactivos e inyección de cloro (actualmente se realiza en forma manual), los que a su vez a través de sus bombas y el eyector del clorador, dosifican los reactivos y el cloro a un “carrete” de inyección que esta antes de que se bifurque la línea de 36"Ø y después el arreglo de la válvula automática de control de nivel de la cisterna de agua filtrada. Después se divide en dos líneas de 20" Ø las cuales entran cada una a cada Permujet o coagulador con su respectiva válvula de bloqueo. En la línea de 36"Ø también hay una toma que va al analizador de turbidez.

El agua entra a la parte inferior del rotor del permujet y se distribuye ascendiendo del recipiente donde se terminan de efectuar las reacciones



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

ayudándose con el paso a través del colchón de lodos mantenido dentro del coagulador. La agitación en el coagulador se efectúa mediante una circulación de agua por medio de unas bombas (BA – 1025 A y B para el permujet A y BA – 1026 A y B para el permujet B, de 500 gpm. AP = 26 psig. 25 HP) las que succionan el agua de la parte superior del recipiente (permujet) y la bombean al rotor tipo 3 PFAUDLER que se encuentra en el centro del coagulador, el cual es un dispositivo giratorio que distribuye el agua a 6 brazos radiales en las cuales hay 13 toberas en cada uno, el agua al salir por las toberas efectúa un impulso o jet que hace girar al rotor en sus chamuceras efectuando así la agitación del agua y colchón de lodos.

La velocidad de agitación se regula con la cantidad de agua circulada y se controla mediante un indicador de giro que está en la parte superior del rotor. Los brazos se sostienen mediante tensores al eje del rotor y están unidos al centro de este con coples Dresser. La purga de lodos también es automática; a través del contador de impulsos que envía señales a través de un timer a 4 válvulas solenoides de 4 vías que accionan pistones automáticos los cuales a su vez operan 4 válvulas de mariposa de 6”. La dosificación de los reactivos se hace de la manera siguiente: El medidor de flujo enviara una señal de acuerdo al flujo que está pasando al contador de impulsos, el cual accionara el timer correspondiente para operar las válvulas solenoides, las que a su vez operaran (abriendo una y cerrando la otra) las válvulas de



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

diafragma de las descargas de las bombas para enviar agua al “carrete” de inyección o recirculación al tanque respectivo.

Datos del equipo de clarificación

RECIPIENTES

<u>PRODUCTO</u>	<u>TANQUE</u>	<u>DIAMETRO</u>	<u>ALTURA</u>
CAL	TH – 302 A Y B	10 pies	11pies

BOMBAS

<u>PRODUCTO (No.)</u>	<u>GASTO</u>	<u>HEAD</u>	<u>POTENCIA</u>
CAL (BA – 1028 A Y B)	10 GPM	45 PSIG	5 HP
COAGULANTE (BA – 1027 A Y B)	20 GPM	45 PSIG	5 HP
AYUDA COAGULANTE (BA – 1029 A Y B)	0.83 GPM	45 PSIG	1/2 HP

AGITADORES

<u>PRODUCTO Y No.</u>	<u>POTENCIA</u>	<u>VELOCIDAD (REDUCTO)</u>	<u>VELOCIDAD (MOTOR)</u>
CAL (AG–302, 303)	5 HP	84 RPM	1750 RPM
COAGULANTE (AG 300, 301)	5 HP	350 RPM	1750 RPM
AYUDA COAGULANTE (AG-304)	1 1/2 HP	350 RPM	1750 RPM



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

El agua ya clarificada sube a la parte superior del coagulador en donde se colecta en canales metálicos que se encuentran en la superficie del agua sosteniendo por tensores y están distribuidos en toda el área del recipiente. El agua entra a estos canales a través de orificios circulares que se encuentran en las paredes laterales de los canales. Se juntan las diferentes corrientes de los canales hacia el vertedor de salida que va hacia el canal de salida de cada permujet en donde se tienen un turbidímetro que envía su señal al registrador del tablero.

La salida de los permujet continúan en canales de concreto y van a un canal común en el que se encuentran las tuberías de entrada a los filtros automáticos sin válvulas por gravedad, en las cuales se encuentra un collarín por ajustar el flujo.

El agua de salida de los filtros de las dos baterías se colecta en un canal común que va hacia la cisterna de agua pretratada (tanque de aguas claras) EM-300 (1234 M3) en la que se tiene un controlador de salida de esta cisterna va a un cabezal de 42” del cual succionan las bombas: BA.1015 A y B que envían agua las torres de enfriamiento, tanques TV - 211, 212, 213, 215 planta Desmineralizadora, red de agua de servicios y Planta de Azufre: También sale de la cisterna EM-300 otro cabezal de 12” que alimenta la succión de las bombas Ba-1018 A y B (agua a la planta Potabilizadora), BA-1023 A y B (agua al eyector del clorador del Pretratamiento).



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.5. PLANTA DESMINERALIZADORA DE AGUA

7.5.1. Objetivo.

La planta alimenta agua desmineralizada a las calderas CB-1, 2, 3, 4, 5 y 6 que generan vapor de 60 Kg./cm², sobrecalentado a 484 °C y este a su vez alimenta a los turbogeneradores TG-1, 2, 3 y 4 para la producción de energía eléctrica para consumo de toda la Refinería. Por lo anterior, el agua que se alimenta a estas calderas exige un alto grado de pureza para evitar problemas de incrustación y corrosión; por esto la razón de que las impurezas del agua desmineralizada deben estar dentro de los límites:

Dureza total:	0 ppm.
Sílice	0.02 ppm máximo.
Conductividad	0 a 0.2 mS/cm.
pH	6.5 a 7.5

7.5.2. Descripción de la Planta Desmineralizada UDA-1

La UDA-1 inicia operaciones en el año de 1978 con tres trenes de desmineralización; cada tren con una capacidad de 900 gpm, para una producción de 2 700 gpm de agua desmineralizada.

Cada tren de desmineralización de la planta está formada con un catión débil, un catión fuerte, un desgasificador al vacío, un anión de cama estratificada y un lecho mixto.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Esta unidad desmineralizadora cuenta con un área de neutralización de los efluentes de regeneración de la planta que consta de dos fosas receptoras de agua no neutralizada y una fosa de agua neutralizada.

De acuerdo a las características del agua cruda que se recibe y a la pureza requerida en el agua desmineralizada, la planta desmineralizadora está diseñada de la siguiente manera:

Consta de tres trenes de desmineralización A, B y C, cada tren está formado por:

a) Tres unidades catiónicas débiles

Nomenclatura:-----	V-101-A, B, C
Dimensiones:-----	12’ – 6” x 9’ – 0”
Tipo de resina:-----	Amberlite IRC-84
Volumen de resina: -----	367.5 pie ³ / unidad
Flujo máximo de operación: -----	900 gpm/unidad = 3406.5 lpm
Flujo normal de operación:-----	650 gpm/unidad = 2460.25 lpm
Presión normal de operación:-----	Kg./cm ² / unidad

b) Tres unidades catiónicas fuertes

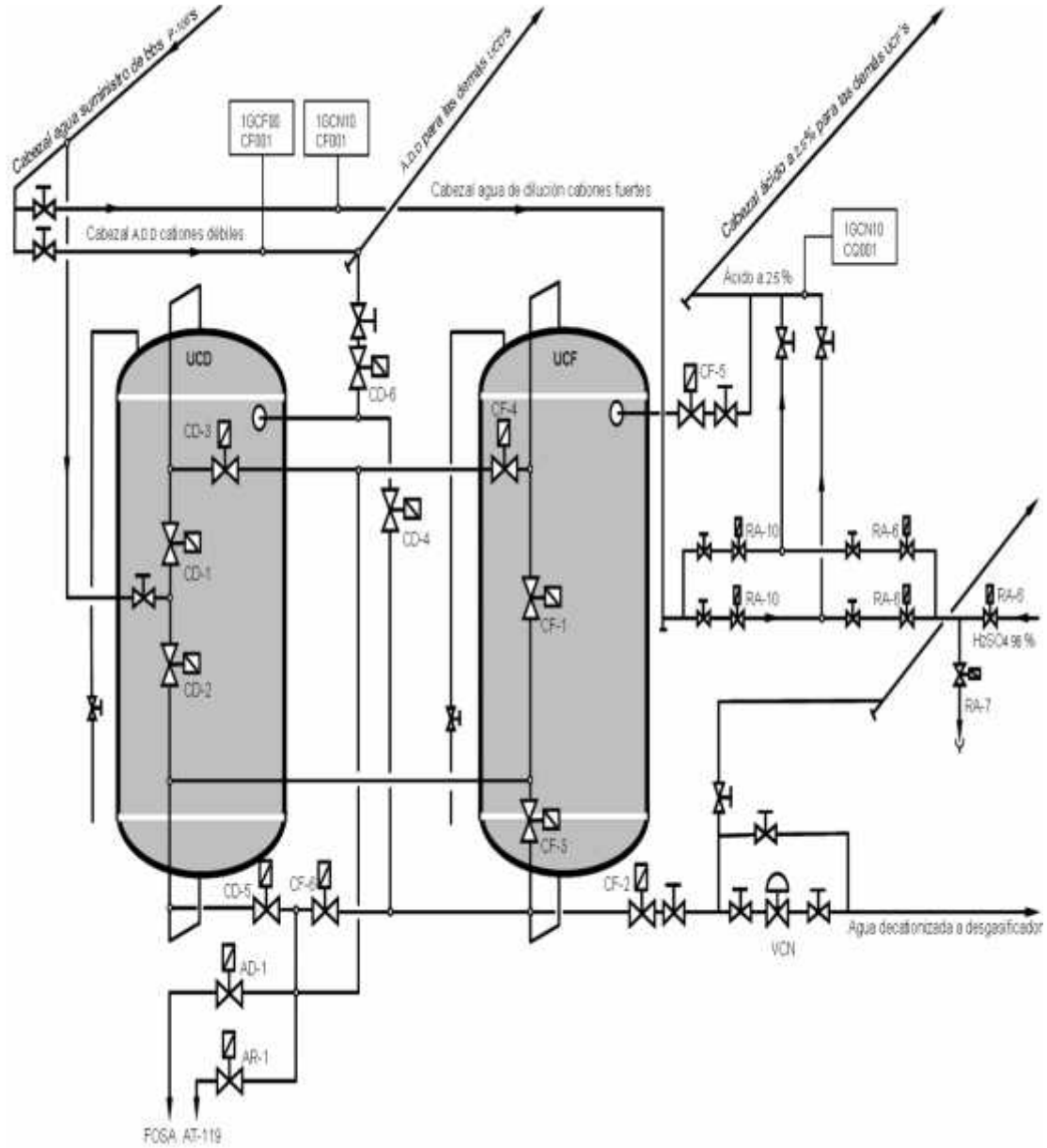
Nomenclatura:-----	V-102-A, B, C
Dimensiones:-----	11’ – 6” x 9’ – 0”
Tipo de resina:-----	Amberlite IRC-200
Volumen de resina: -----	405 pie ³ / unidad
Flujo máximo de servicio:-----	900 gpm/unidad = 3406.5 lpm
Flujo normal de operación:-----	650 gpm/unidad = 2460.25 lpm
Presión normal de operación:-----	Kg./cm ² / unidad



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

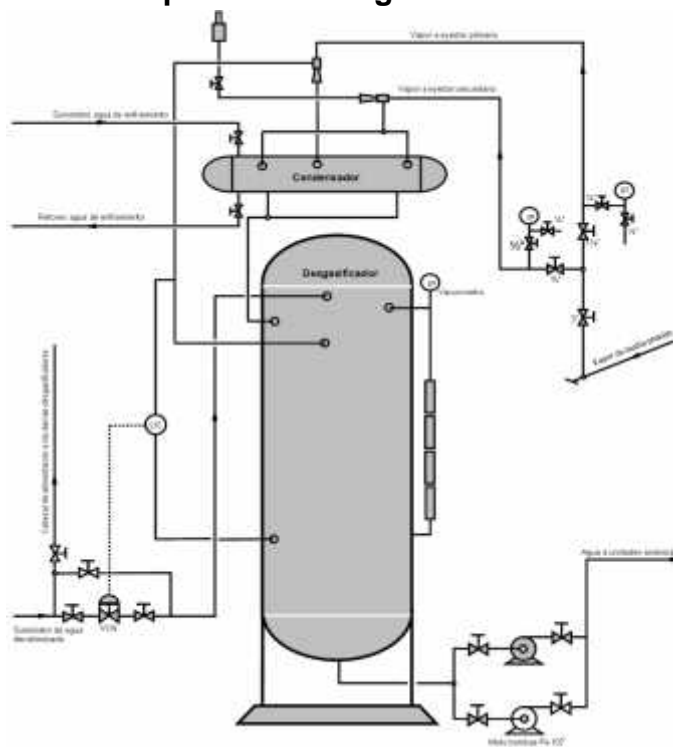
Esquema de las unidades cationes débil y fuerte V-101 y V-102



c) Tres desgasificadores al vacío con sus bombas de transferencia

Nomenclatura:-----	V-112-A, B, C
Dimensiones:-----	24’ – 0” x 6’ – 0”
Tipo de empaque:-----	Anillos Rashing
Flujo máximo de operación: -----	900 gpm/unidad = 3406.5 lpm
Flujo normal de operación:-----	650 gpm/unidad = 2460.25 lpm
Sistema de vació:-----	Schutte and Koerting
Eyector:-----	1 unidad/desgasificador
Tipo de eyector:-----	T-2 (2 etapas)
Consumo de vapor:-----	1057 libras/hora
Consumo de agua de enfriamiento condensador:--	175 gpm
Capacidad de incondensables:-----	84.24 libras/hora
Consumo de vapor:-----	398 libras/hora
Presión de vapor de media:-----	278.7 psig.
Bombas de transferencia:-----	2 unidades por desgasificador
Nomenclatura:-----	P-107-A, B, C, D, E, F
Flujo máximo de operación:-----	900 gpm/unidad = 3406.5 lpm/unidad
Presión de descarga:-----	70 psig = 4.92 Kg./cm ² / unidad

Esquema del desgasificador. V-112





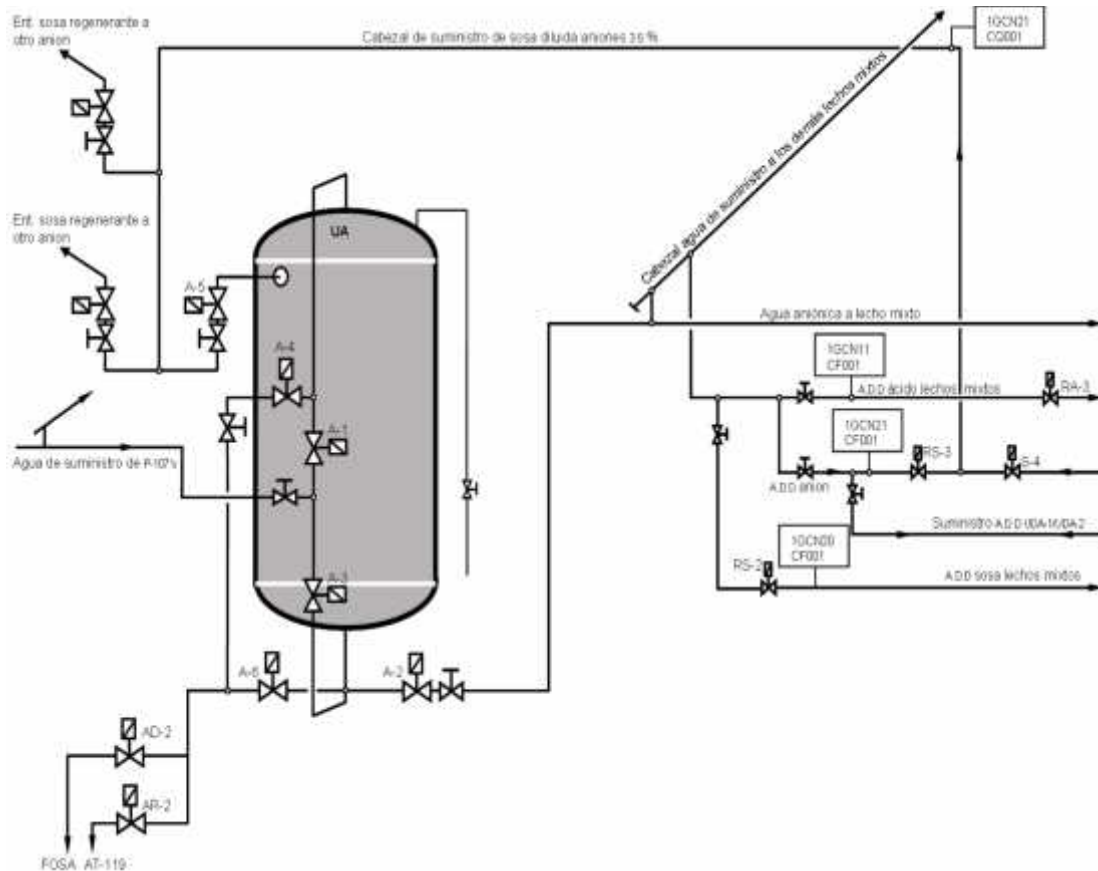
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

d) Tres unidades aniónicas de cama estratificada

Nomenclatura:-----	V-117-A, B, C
-	
Dimensiones:-----	13' – 6" x 10' – 0"
Tipo de resina:-----	2 tipos, que son:
Resina aniónica fuerte:-----	IRA-945
Volumen de resina:-----	381 pie ³ / unidad
Resina aniónica débil:-----	IRA-900
Volumen de resina:-----	153 pie ³ / unidad
Flujo máximo de operación:-----	900 gpm/unidad = 3406.5 lpm
Flujo normal de operación:-----	650 gpm/unidad = 2460.25 lpm
-	
Presión normal de operación:-----	3.5 Kg./cm ² / unidad

Esquema de la unidad aniónica. V-117





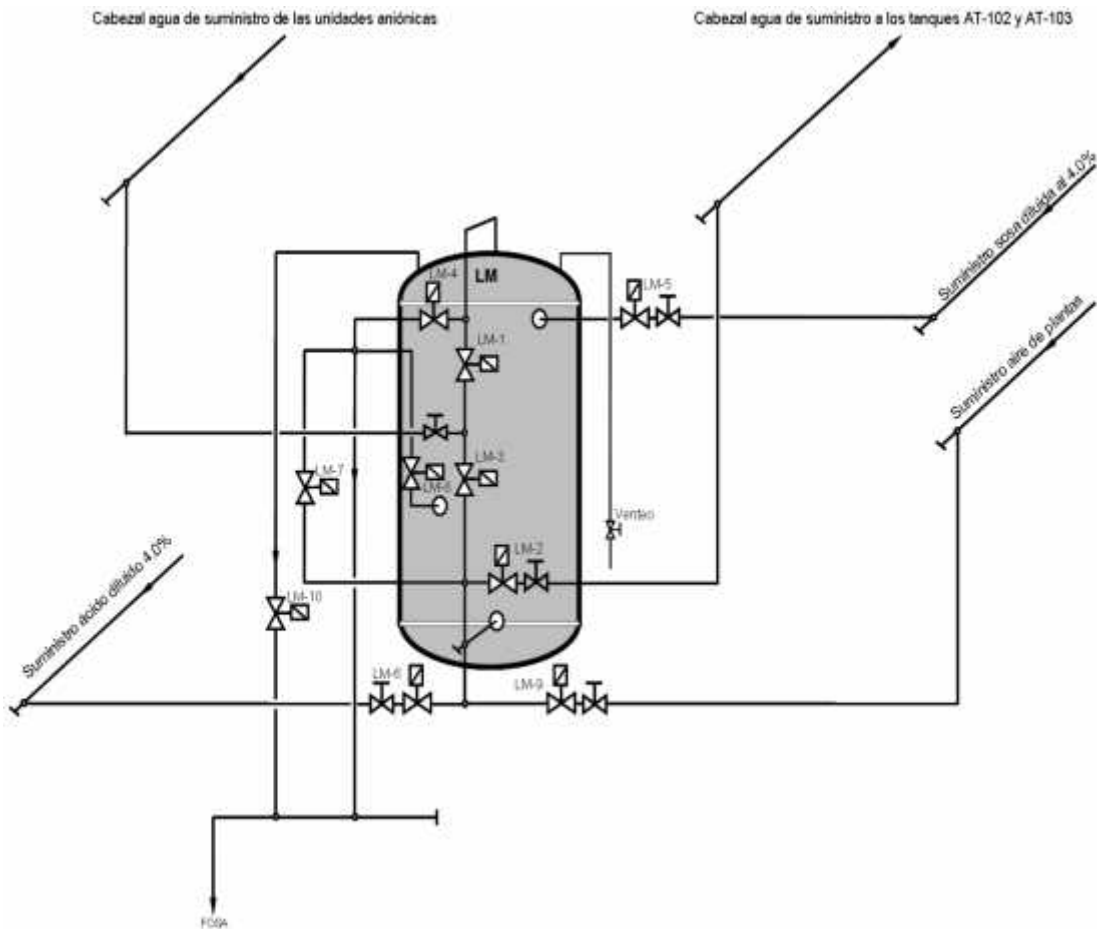
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

e) Tres unidades de lecho mixto

Nomenclatura:-----	V-114-A, B, C
Dimensiones:-----	8' – 0" x 7' – 0"
Tipo de resina:-----	2 tipos, que son:
Resina catiónica fuerte:-----	Amberlite IR-200
Volumen de resina:-----	96.25 pie ³ / unidad
Resina aniónica fuerte:-----	IRA-402
Volumen de resina:-----	57.75 pie ³ / unidad
Flujo máximo de operación: -----	900 gpm/unidad = 3406.5 lpm
Flujo normal de operación:-----	650 gpm/unidad = 2460.25 lpm
Presión normal de operación:-----	3.5 Kg./cm ² / unidad

Esquema del lecho mixto. V-114





**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

**7.5.2.1. Descripción del proceso de flujo de la planta
desmineralizadora UDA-1.**

El agua pretratada, es almacenada en los tanques de almacenamiento TV-211, 212, 213 y 215, es succionada por las moto bombas P-108-A, B y C. Las moto bombas suministran el agua a los tres trenes de desmineralización pasando antes por una válvula automática controladora de presión con una presión de 3.5 Kg./cm². , el agua entra primero a la unidad catiónica débil V-101 por la parte superior a través de la válvula automática CD-1 para distribuirse por toda la cama de resina, en este momento la resina catiónica débil IRC-84 retiene los cationes de calcio (Ca⁺⁺), magnesio (Mg⁺⁺) y sodio (Na⁺) asociados con bicarbonatos (HCO⁻ 3). Al mismo tiempo cede su ion de intercambio (hidrogeno H⁺) para formar ácido carbónico (H₂CO₃), más las sales restantes sin intercambiar. Después de haberse realizado el intercambio iónico, el agua sale de la unidad por la parte inferior y se introduce a la unidad catiónica fuerte V-102 por la parte superior a través de la válvula automática CF-1, distribuyéndose por toda la cama de resina; aquí la resina catiónica fuerte Amberlite-200 retiene los cationes restantes (calcio, magnesio y sodio) y al mismo tiempo cede su ion de (H⁺) para formar ácido sulfúrico (H₂SO₄), clorhídrico (HCl) y nítrico (HNO₃), y salicílico (H₂SO₄), más el ácido carbónico formado en el paso anterior.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

El agua decationizada sale por la parte inferior de la unidad a través de la válvula automática CF-2 para entrar al desgasificador al vacío V-112. En el desgasificador el agua decationizada entra por la parte superior de la unidad pasando antes por una válvula automática controladora de nivel que controla el nivel al 50% (2 cristales LG) del nivel normal. El agua entra al cabezal distribuidor saliendo por los aspersores tipo “cachucha” en forma de lluvia, distribuyéndose por toda la cama de empaque de anillos “Rashing” y escurre por su superficie, facilitando el desprendimiento de (CO^2) producto de la descomposición del ácido carbónico (H_2CO^3) .

El sistema de vacío del desgasificador formado por un eyector primario, extrae del interior de la unidad del bióxido de carbono (CO^2) por medio de vapor de 21 Kg./cm², este eyector descarga la mezcla vapor e incondensables (CO^2) y (O^2) a un condensador enfriado por agua, el agua entra por el interior de los tubos y la mezcla por la coraza. Un eyector secundario extrae los incondensables (CO^2) y (O^2) del condensador por medio de vapor de 21 Kg./cm² y los descarga a la atmósfera el vapor condensado retorna al desgasificador, la descomposición del CO^2 es de 95% y el 5 ppm de CO^2 permite estar dentro del rango de operación del equipo.

El agua decationizada y desgasificada es succionada por las moto bombas de transferencia P-107's que descarga a un cabezal general que distribuye a las tres unidades aniónicas. El agua entra a la unidad aniónica estratificada



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

V-117 por la parte superior a través de la válvula automática A-1, distribuyéndose primero por la cama de resina aniónica débil IRA-945 que retiene los aniones sulfato ($\text{SO}^{=4}$), cloruro (Cl^-) y nitrato ($\text{NO}^- 3$) de los ácidos fuertes formados durante la decationización; después pasa a la cama de resina aniónica fuerte IRA- 900 que retiene los aniones de sílice (SiO_2), bicarbonato ($\text{HCO}^- 3$) y algunos aniones que no se hayan retenido en la cama de resina aniónica débil. En el momento en que ambas resinas atrapan los aniones correspondientes ceden su ion de intercambio hidróxido (OH^-) para formar agua (H_2O). De esta manera se eliminan las sales minerales disueltas del agua y obtenemos agua desmineralizada. El agua ya desmineralizada sale por la parte inferior de la unidad a través de la válvula automática A-2 pasando a un cabezal general distribuidor para los tres lechos mixtos.

El agua desmineralizada entra a la unidad de lecho mixto V-114 por la parte superior a través de la válvula automática LM-1 distribuyéndose por toda la cama de resina. La cama de resina es una mezcla de resina catiónica fuerte Amberlite-200 y resina aniónica fuerte IRA-402 cuya finalidad es atrapar cualquier fuga de iones del catión o anión, en los pasos anteriores, esto permite mantener el agua desmineralizada dentro de los límites exigidos. El agua ya pulida sale por la parte inferior de la unidad a través de la válvula automática LM-2 a un cabezal general que la descarga a los tanques de almacenamiento de agua tratada AT-102-A/B y AT-103-A/B.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.5.2.2. Operación de la planta Desmineralizadora UDA-1

El nivel de los tanques de almacenamiento AT-102-A/B y AT-103-A/B marca la pauta en la operación de los trenes de la Planta Desmineralizadora. Los tanques deben mantenerse en un nivel normal de 11.30 Mts. Para satisfacer el consumo de agua para la generación de vapor y afrontar cualquier emergencia que se presente en la Planta Desmineralizadora.

Debido al arreglo de los trenes las unidades catiónicas pueden operar con cualquier desgasificador, de igual manera las unidades aniónicas operan con cualquiera de las unidades catiónicas, y los lechos mixtos con cualquiera de las unidades ya sea cationes o aniones.

La regeneración de las unidades se hace de forma independiente sin afectar la operación de la Planta Desmineralizadora.

7.5.2.3. Operación de las unidades catiónicas

El criterio para poner fuera de servicio las unidades catiónicas por agotamiento está basado en la capacidad de intercambio de la unidad catiónica débil es mayor que la capacidad de la unidad catiónica fuerte. Por lo tanto, las unidades catiónicas se darán por agotadas cuando la unidad catiónica fuerte este agotada, es decir en base al acidez libre mineral.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.5.2.4. Operación de las unidades aniónicas

Cuando un anión está cerca de su capacidad esperada, debe hacerse un análisis de sílice. La fuga de sílice nos causara un incremento notable de la conductividad. Si la fuga de sílice es consistente arriba del punto final y la conductividad no aumenta a su punto final, el anión debe regenerarse, pero si la conductividad aumenta y la sílice no, checar los cationes que están en servicio. Si alguno de los cationes está en su punto de agotamiento, sacarlo a regeneración. Si la conductividad no baja probablemente el efluente este contaminado.

El criterio que prevalece para el agotamiento de la unidad aniónica es por sílice o por altas horas de operación.

7.5.2.5. Operación de los lechos mixtos

El efluente de las unidades aniónicas, a pesar de ser agua desmineralizada, adquiere las características finales cuando pasa a través de la unidad mixta.

Las unidades mixtas tienen una mezcla de resina catiónica fuerte IR-200 y resina aniónica fuerte IRA-402, cuya finalidad es atrapar los iones que se hayan fugado durante el proceso de desmineralización y darle las características finales del agua.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

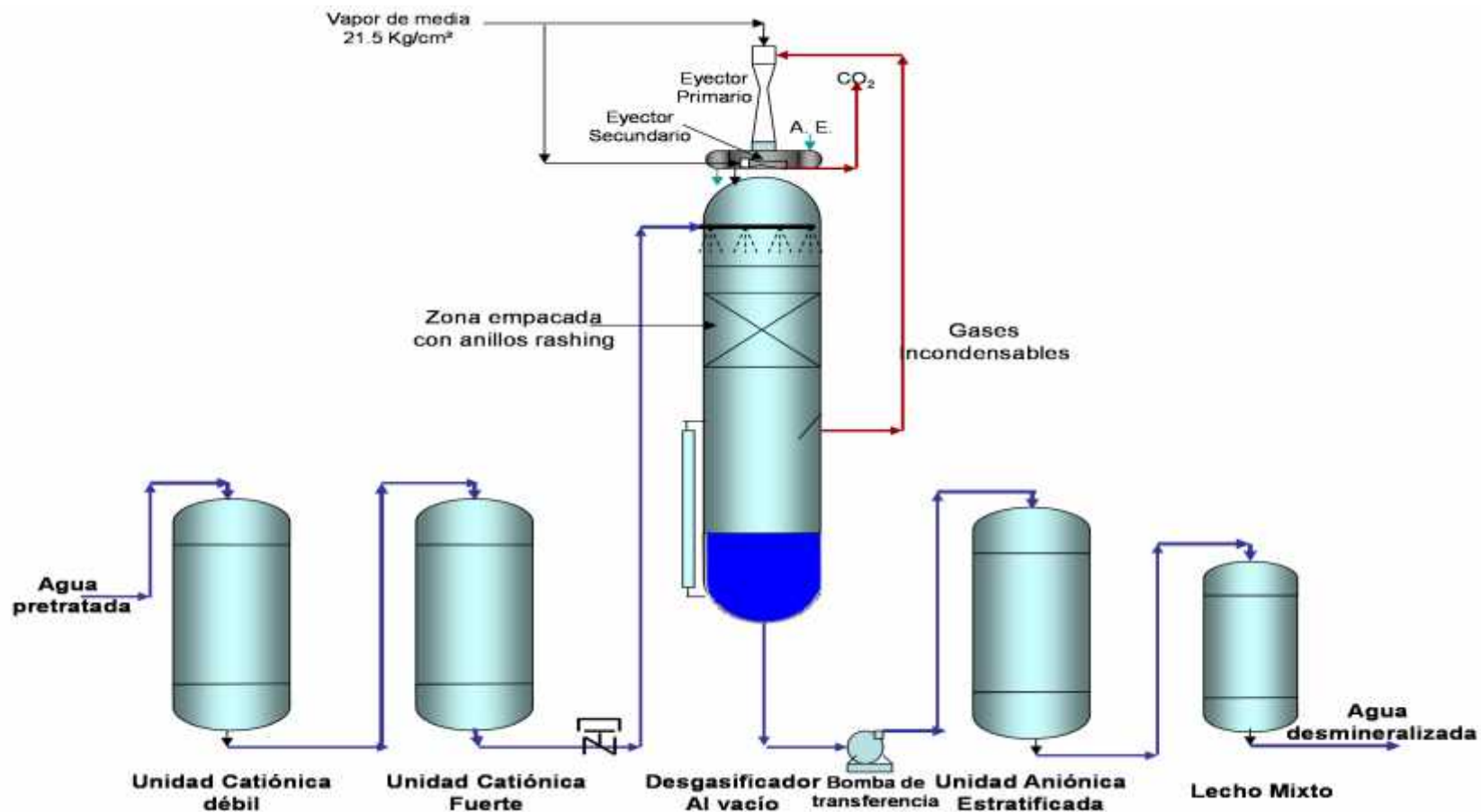
A medida que el tiempo de operación de las unidades mixtas va aumentando, la resina se compacta y se observa un aumento en la conductividad; las unidades se mezclan con aire para descompactarla y reacomodarla. Esta operación se realiza aproximadamente 2 veces, porque el tiempo normal de operación de las unidades es de 20 a 30 días. Cuando ha transcurrido el tiempo normal de operación, la unidad se agota, en base a la conductividad o por sílice y se pone fuera de servicio para regenerarlo



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

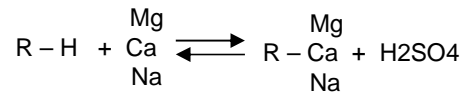
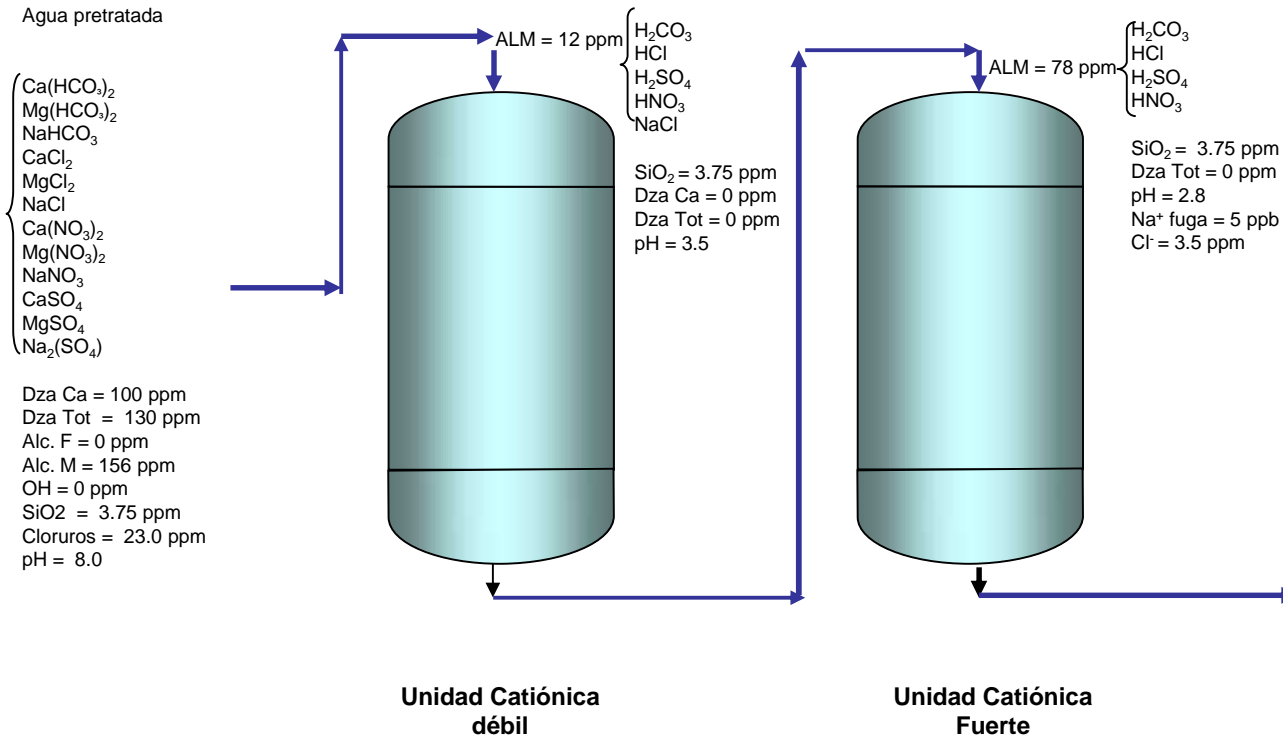
7.5.2.6. Diagrama de Flujo de la Unidad desmineralizadora de Agua UDA-1





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

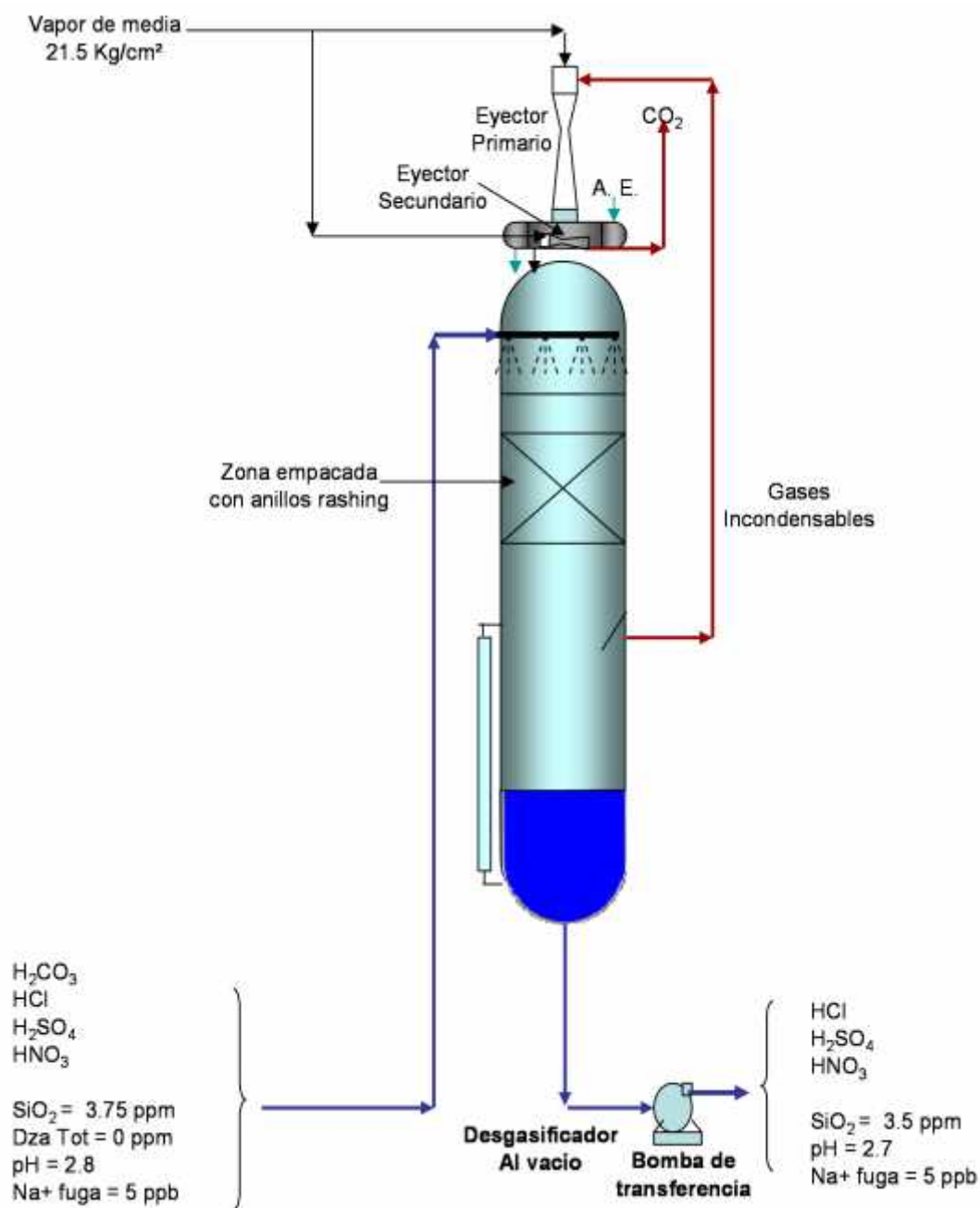
Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

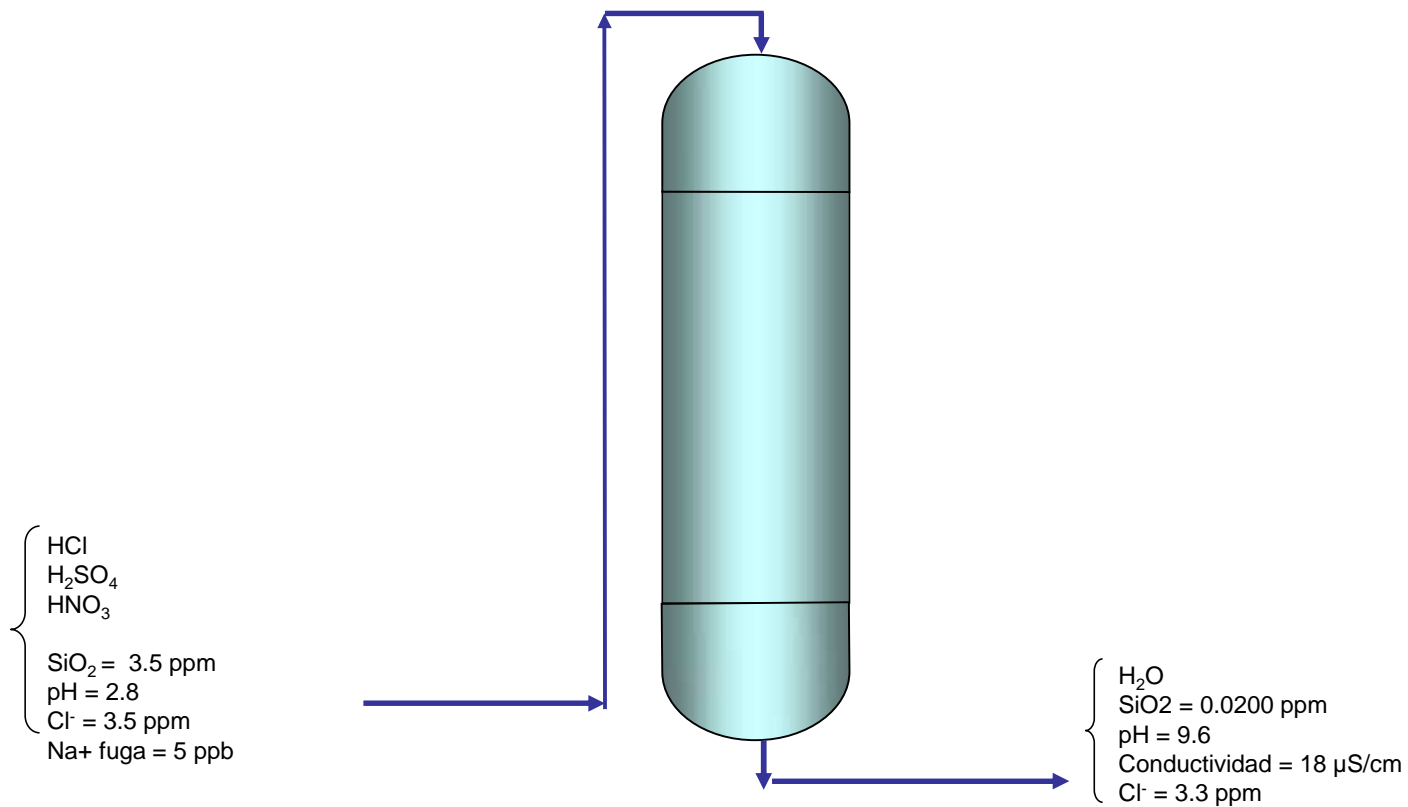
Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

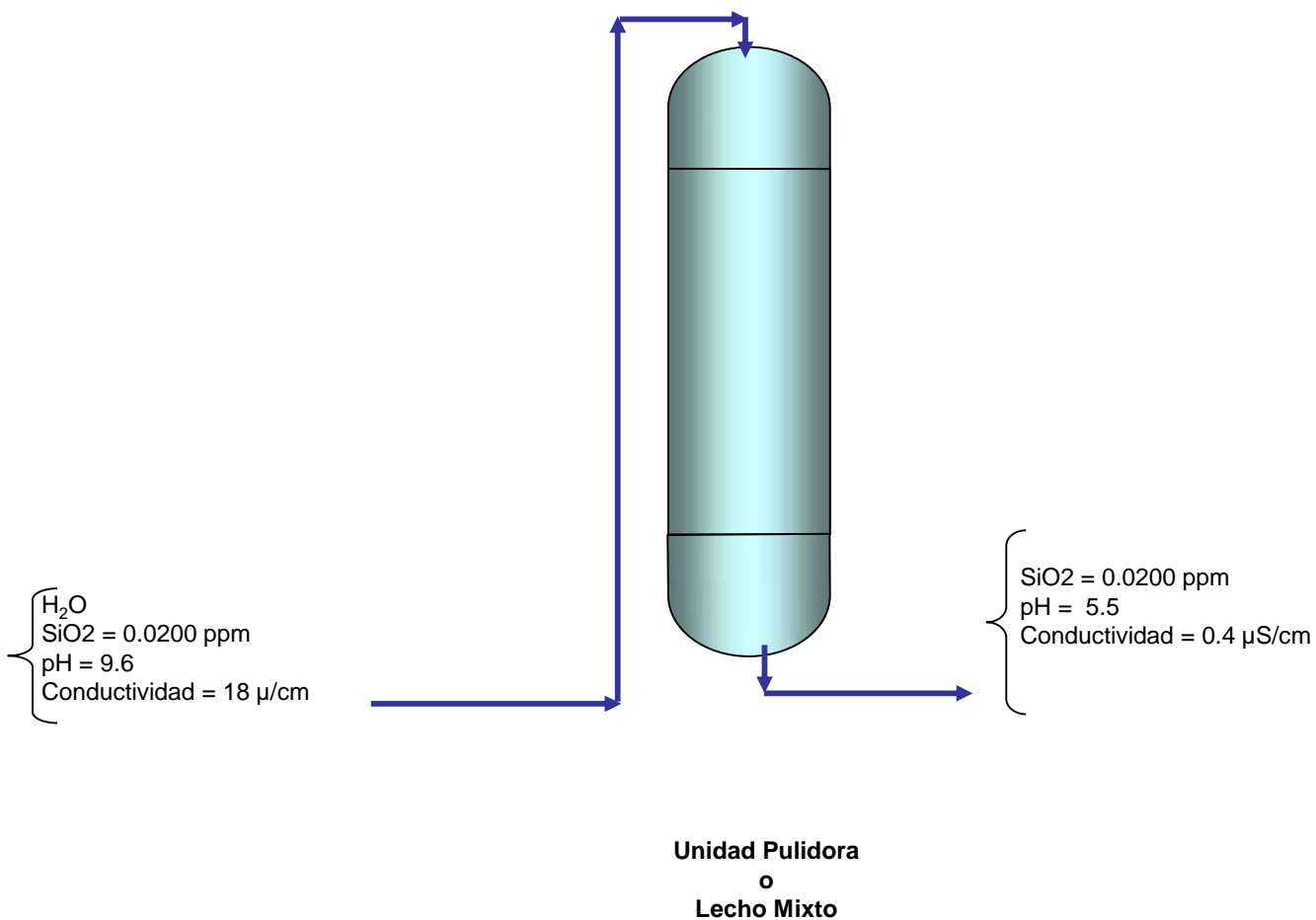
Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras





**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.5.3. Descripción de la Planta Desmineralizada UDA-2

La UDA-2 entró a operar en 1989 con dos módulos (módulos A y B), cada módulo consta de dos trenes cada uno. Cada tren de desmineralización con una capacidad de 750 gpm, para una producción de 1 500 gpm de agua desmineralizada por modulo, 3000 gpm en total.

Cada tren de desmineralización está formada de un catión débil, un catión fuerte, un descarbonatador atmosférico común, un anión débil, un anión fuerte y un pulidor.

La UDA-2 cuenta con un área de neutralización de efluentes de regeneración de la planta que consta de tres cisternas de neutralización independientes.

De acuerdo a las características del agua cruda que se recibe y a la pureza requerida en el agua desmineralizada, la planta desmineralizadora esta arreglada de la siguiente manera:

Consta de dos módulos; cada módulo consta de dos trenes de desmineralización A, B y C, D cada tren está formado por:

a) Características de las unidades catiónicas débiles

- Clave: UCD – A, B, C y D.
- KKS: 2GCF11, 12, 13, 14.
- Servicio: Intercambio de cationes.
- Marca: Etrasa.
- Flujo Máximo de opción por unidad: 1125 gpm. = 4258.12 lpm. = 70.96 lps.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Flujo normal de diseño por unidad: 1000 gpm. = 3785 lpm. = 63.08 lps.
 Flujo normal de operación por unidad: . 750 gpm. = 2838.75 lpm. = 47.31 lps.
 Presión de diseño por unidad: 5.0 kg./cm². = 4.84 bar.
 Presión de operación por unidad: 3.5 kg./cm². = 3.38 bar.
 Temperatura de diseño: - 30 a 343° C.
 Volumen de resina por unidad: 200 Pies³.
 Tipo de resina: Amberlite-IRC-84.
 Dimensiones: 3200.4 mm. X 4114.8 mm.
 Recubrimiento interior: Hule duro No.10 vulcanizado de 6.4 mm. De espesor.

b) Características de las unidades catiónicas fuertes

Clave: UCF – A, B, C y D.
 KKS: 2GCF21, 22, 23, 24.
 Servicio: Intercambio de cationes.
 Marca: Etrasa.
 Flujo Máximo de opción por unidad: 1125 gpm. = 4258.12 lpm. = 70.96 lps.
 Flujo normal de diseño por unidad: 1000 gpm. = 3785 lpm. = 63.08 lps.
 Flujo normal de operación por unidad: 750 gpm. = 2838.75 lpm. = 47.31 lps.
 Presión de diseño por unidad: 5.0 kg./cm². = 4.84 bar.
 Presión de operación por unidad: 3.5 kg./cm². = 3.38 bar.
 Temperatura de diseño: - 30 a 343° C.
 Volumen de resina por unidad: 370 Pies³.
 Tipo de resina: MSC-1 (DOWEX), IRC-120 ó RIC-16.
 Dimensiones: 3200.4 mm. X 4114.8 mm.
 Recubrimiento interior: Hule duro No.10 vulcanizado de 6.4 mm. De espesor.

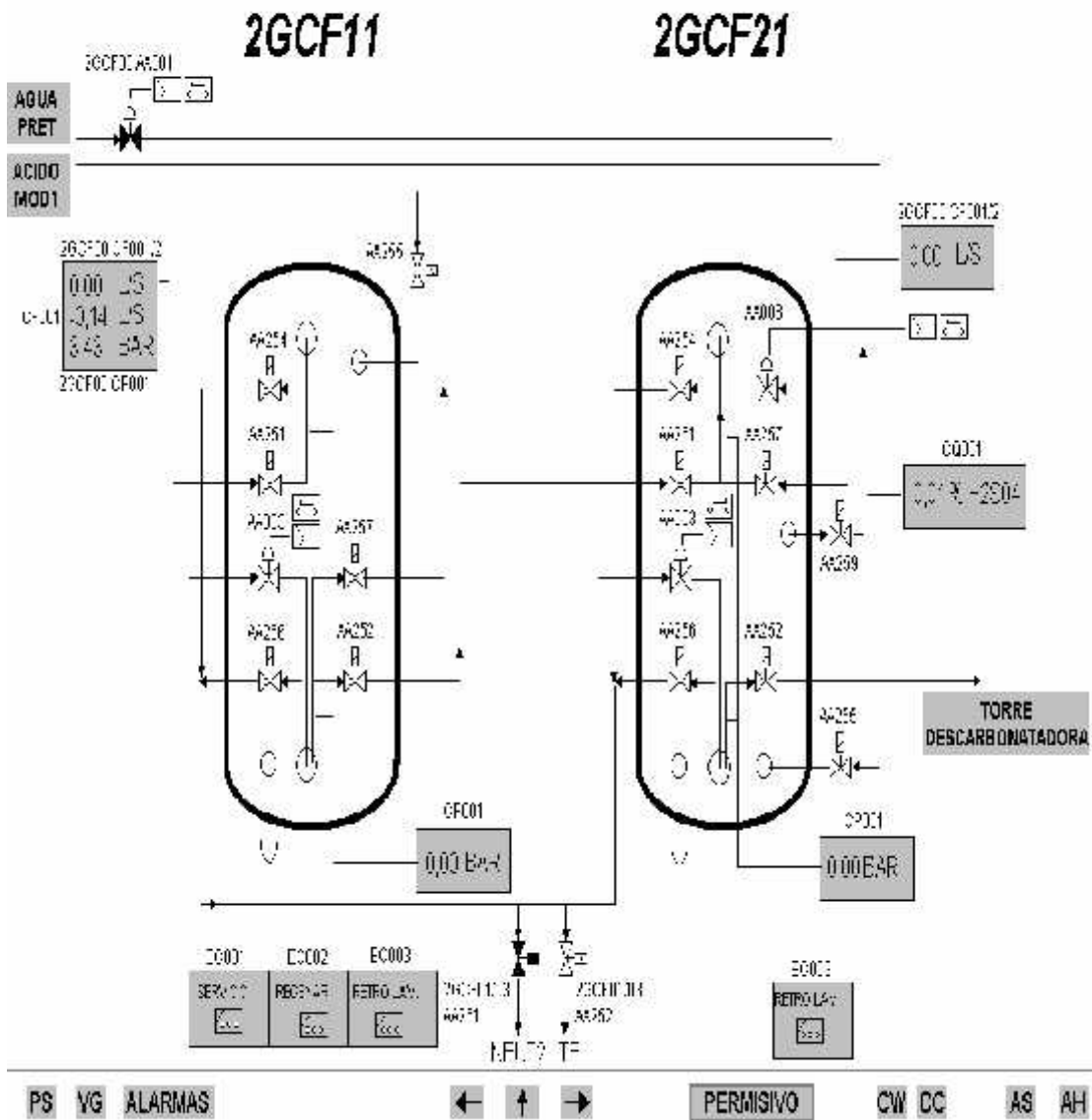


**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Franz de la unidad catiónica débil y unidad catiónica fuerte

14/06/02 16:50	14/06/02 15:49:07	2GCHUTCDU1	NIVELNEUTRALI.	XHU5	
1 UDA2 TREN-A	2 UDA2 TREN-B	3 UDA2 TREN-C	4 UDA2 TREN-D		
5 DESCARBONAT	6 PREPARACION	7 PRETRATAMIENTO	8 ALAC		
9 VISTA GENERAL UDA 2	10 NEUTRALIZ. 2	11 LCON	12		





**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

c) Características de las descarbonadoras con sus bombas de transferencia

Clave: DA-01-A/C.

KKS: 2GCF31/33.

Servicio: Eliminación de CO2.

Marca: Etrasa.

Flujo Máximo de opción por unidad: 2500 gpm. = 9462.5 lpm. = 157.7 lps.

Flujo normal de diseño por unidad: 2000 gpm. = 7570 lpm. = 126.16 lps.
.....

Flujo normal de operación por unidad: 1500 gpm. = 5677.5 lpm. = 94.62 lps.
...

Presión de diseño por unidad: Atmosférica.

Volumen de empaque: 520 Pies³.

Tipo de empaque: Silletas intalok

Dimensiones: 3200.4 mm. X 6705.6 mm.

Bomba de transferencia

Clave: BA-2365-A, B, R1, C, D y R2.

KKS: 2GCF31/33 AP001, AP002, AP003.

Servicio: Transferencia de agua descarbonatada a las unidades aniónicas

Bomba

Marca: Goulds.

Capacidad: 1250 gpm. = 4731.25 lpm. = 78.85 lps.

Presión de descarga Máximo: 4.92 kg./cm².

Potencia: 100 hp.

Velocidad: 1800 rpm.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Modelo: 3196 Lt.

Dimensiones: 6 x 8 x 13.

Diámetro impulsor: 12¾.

Motor

Marca: U.S de México, S.A.

Potencia: 100 hp.

Velocidad: 1760 rpm.

Voltaje: 440/220 Volts.

Amperaje: 29.6/259.8 Amp.

Modelo: 6628.

Valeros: LC = 6205-2L.

LC = 6205-2L.

Ventiladores de tiro forzado

Clave: VB01-A, AR, VB01-C y CR.

KKS: 2GCF31/33 AN001, AN002.

Tipo: Centrifugo.

Marca: Flakt.

Capacidad: 8150 M³/Hr.

Velocidad: 1730 rpm.

Potencia: 10 hp.

Presión estática: 6.6 de agua.

Material carcasa y aspa: Acero.

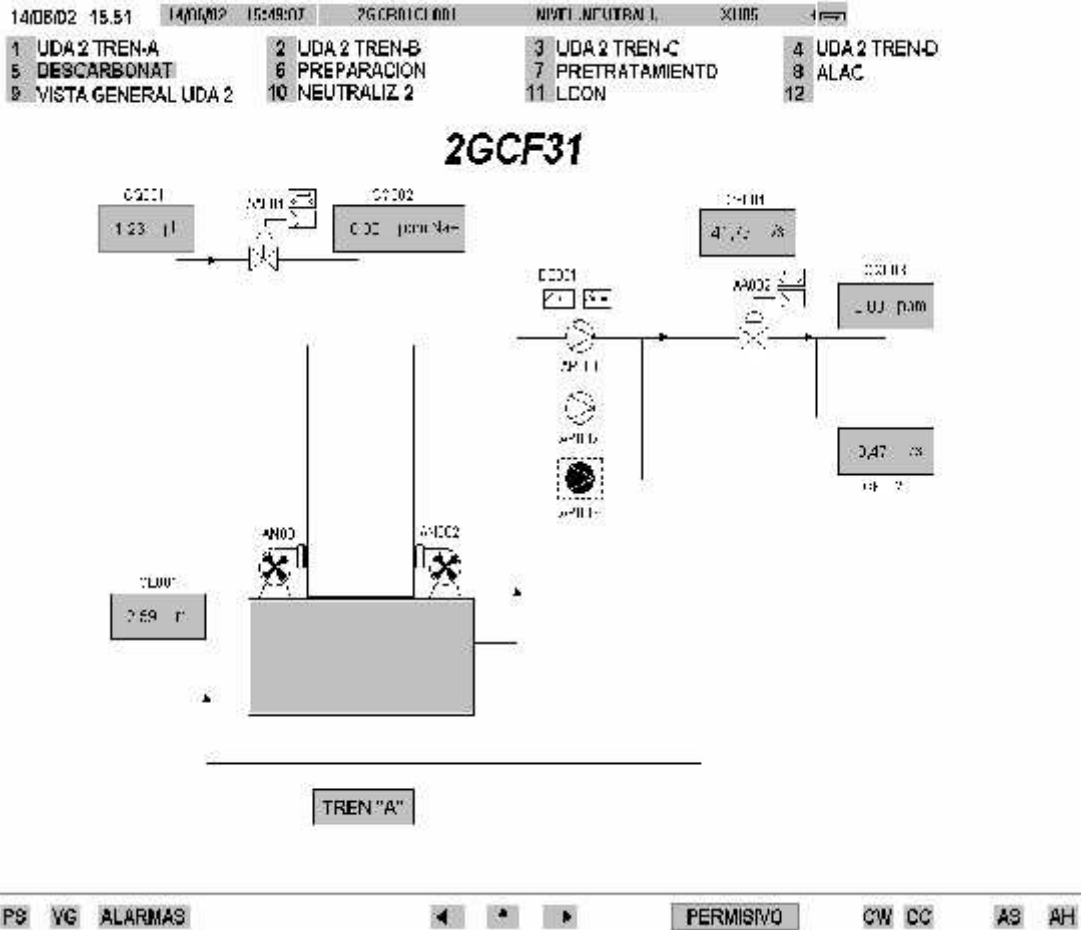
Diámetro de rodete: 670 mm.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Franz de la unidad descarbonatadora de agua



d) Características de las unidades pulidoras

- Clave: UPA – A, B, C y D.
- KKS: 2GCF61, 62, 63, 64.
- Servicio: Intercambio de cationes y aniones.
- Marca: Etrasa.
- Flujo Máximo de opción por unidad: 1125 gpm. = 4258.12 lpm. = 70.96 lps.
- Flujo normal de diseño por unidad: 1000 gpm. = 3785 lpm. = 63.08 lps.



**INSTITUTO TECNOLOGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Flujo normal de operación por unidad: 750 gpm. = 2838.75 lpm. = 47.31 lps.
.....

Presión de diseño por unidad: 5.0 kg./cm². = 4.84 bar.

Presión de operación por unidad: 3.5 kg./cm². = 3.38 bar.

Temperatura de diseño: - 30 a 343° C.

Volumen de resina catiónica fuerte por unidad: 312 Pies³.

Tipo de resina catiónica fuerte: RIC-16

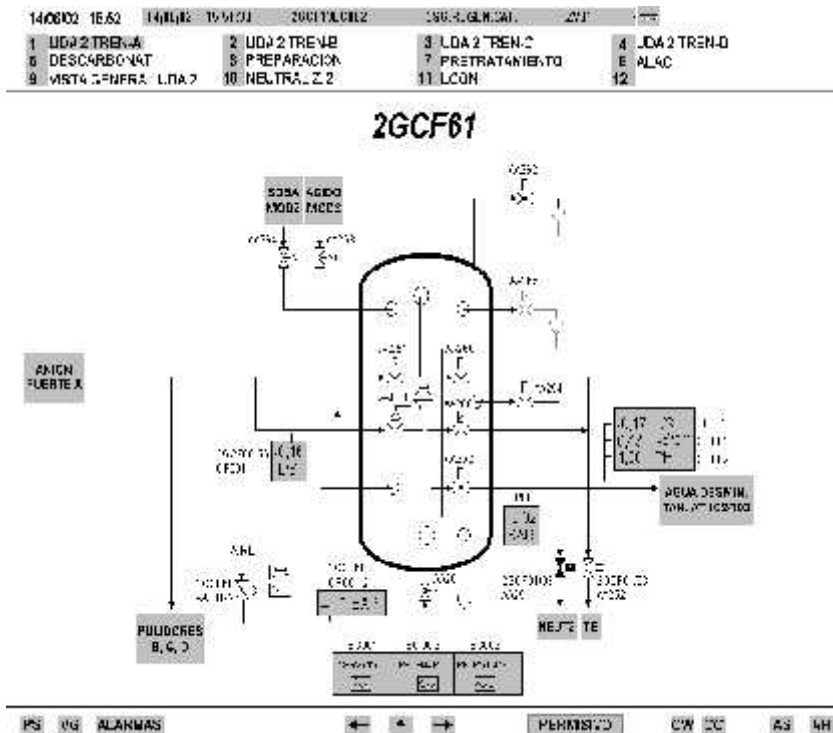
Volumen de resina aniónica fuerte por unidad: 393 Pies³.

Tipo de resina aniónica fuerte: IRA-402.

Dimensiones: 3200.4 mm. X 4114.8 mm.

Recubrimiento interior: Hule duro No.10 vulcanizado de 6.4 mm. De espesor.

Franz de la unidad pulidora de agua





**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.5.3.1. Descripción del flujo

El agua pretratada mezclada con agua de la planta osmosis inversa, es almacenada en los tanques de almacenamiento TV-211, 212, 213, y 215, es succionada por las moto bombas P-108 D, E, F, G y H. Las moto bombas suministran el agua a los cuatro trenes de desmineralización pasando antes por una válvula automática controladora de presión que la fija en 3.5 Kg. /cm² con la finalidad de evitar:

- a) Abertura innecesaria de las válvulas neumáticas por una mayor presión del agua que la presión de aire del colchón de 4.5 Kg. /cm².
- b) Fractura de la resina por alta presión.
- c) Daños a los internos de las unidades.
- d) Baja eficiencia de las unidades por baja presión.

Con la presión ya controlada, el agua entra primero a la unidad catiónica débil por la parte superior a través de la válvula automática 2GCF11, 12, 13, 14 AA251 para distribuirse por toda la cama de resina, en este momento la resina catiónica débil IRC-84 retiene los cationes de calcio (Ca⁺⁺), magnesio (Mg⁺⁺) y sodio (Na⁺) con bicarbonatos (HCO⁻ 3) e hidrogeno (H⁺). Al mismo tiempo cede su Ion de intercambio (hidrogeno H⁺) para formar ácido carbónico (H₂CO₃) más las sales restantes sin intercambiar. Después de haberse realizado el intercambio iónico, el agua sale de la unidad por la parte inferior a través de la válvula 2GCF11, 12, 13, 14 AA252 y se introduce a la



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

unidad catiónica fuerte por la parte superior a través de la válvula automática 2GCF21, 22, 23, 24 AA251, distribuyéndose por toda la cama de resina; aquí la resina catiónica fuerte Amberlite-200 retiene los cationes restantes (calcio, magnesio y sodio) y al mismo tiempo cede su Ion de intercambio (H+) para formar ácido sulfúrico (H₂SO₄), clorhídrico (HCl) y nítrico (HNO₃), más el ácido carbónico formado en el paso anterior.

El agua decationizada sale por la parte inferior de la unidad a través de la válvula automática 2GCF21, 22, 23, 24 AA252 para entrar a la descarbonatadora. En la descarbonatadora el agua decationizada entra por la parte superior de la unidad pasando antes por una válvula manual del directo de la controladora de nivel que se abre si el nivel es bajo del nivel normal y cierra si lo rebasa. El agua entra al cabezal distribuidor saliendo por los aspersores tipo “cachucha” en forma de lluvia, distribuyéndose por toda la cama de empaque de anillos “Rashing” y escurre por su superficie, facilitando el desprendimiento de (CO₂) al ser puesta en contacto con el aire insuflado por el ventilador de tiro forzado.

El agua decationizada y descarbonatada es almacenada en la cisterna para hacer nivel y succionada por la moto bombas de transferencia 2GCF31 ó 33 AP001, AP002 ò AP003 que descarga a un cabezal general que distribuye a las unidades aniónicas. El agua entra a la unidad aniónica débil por la parte superior a través de la válvula automática 2GCF41, 42, 43, 44 AA251,



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

distribuyéndose por la cama de resina IRA-93 que retiene los aniones sulfato (SO_4), cloruro (Cl^-) y nitrato (NO_3^-) de los ácidos fuertes formados durante la decationización. Después de haberse realizado el intercambio iónico, el agua sale de la unidad por la parte inferior a través de la válvula automática 2GCF41, 42, 43, 44 AA252, se introduce a la unidad aniónica fuerte por la parte superior a través de la válvula automática 2GCF51, 52, 53, 54 AA251 distribuyéndose por la cama de resina IRA-402 que retiene los aniones de sílice (SiO_2), bicarbonato (HCO_3^-) y algunos aniones que no se hayan retenido en la cama de resina aniónica débil. En el momento en que ambas resinas atrapan los aniones correspondientes ceden su Ion de intercambio hidróxido (OH^-) para formar agua (H_2O). De esta manera se eliminan las sales minerales disueltas del agua y obtenemos agua desmineralizada. El agua ya desmineralizada sale por la parte inferior de la unidad a través de la válvula automática 2GCF51, 52, 53, 54 AA252 pasando a un cabezal general distribuidor para los cuatro pulidores.

El agua desmineralizada entra a la unidad pulidora por la parte superior a través de la válvula automática 2GCF61, 62, 63, 64 AA251 distribuyéndose por toda la cama de resina. La cama de resina es una mezcla de resina catiónica fuerte RIC-16 y resina aniónica fuerte IRA-402 cuya finalidad es atrapar cualquier fuga de iones en los pasos anteriores, esto permite mantener el agua desmineralizada dentro de los límites exigidos. El agua ya



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

pulida sale por la parte inferior de la unidad a través de la válvula automática 2GCF61, 62, 63, 64 AA252 a un cabezal general que la descarga a los tanques de almacenamiento de agua tratada AT-102-A/B y AT-103-A/B

7.5.3.2. Operación de la planta desmineralizadora

El nivel de los tanques de almacenamiento AT-102-A/B y AT-103-A/B marca la pauta en la operación de los trenes de la Planta Desmineralizadora. Los tanques deben mantenerse en un nivel normal de 11.00 mts. Para satisfacer el consumo de agua para la generación de vapor y afrontar cualquier emergencia que se presente en la Planta Desmineralizadora.

Debido al arreglo de los trenes de cada módulo, las unidades catiónicas pueden operar con cualquier descarbonatadora del mismo modulo.

Las unidades aniónicas, se pueden operar indistintamente con cualquiera de las unidades catiónicas del mismo modulo.

Los pulidores también se operan indistintamente con cualquiera de las unidades aniónicas o catiónicas de cada módulo.

Las unidades de los trenes de cada módulo se regeneran en forma independiente sin afectar la operación de Planta Desmineralizadora.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.5.3.3. Operación de las unidades catiónicas

El criterio para poner fuera de servicio las unidades catiónicas por agotamiento está basado en que la capacidad de intercambio de la unidad catiónica débil es mayor que la capacidad de la unidad catiónica fuerte. Por lo tanto, las unidades catiónicas se darán por agotadas cuando la unidad catiónica fuerte este agotada.

7.5.3.4. Operación de las unidades aniónicas

Cuando un anión está cerca de su capacidad esperada, debe hacerse un análisis de sílice. La fuga de sílice nos causara un incremento notable de la conductividad. Si la fuga de sílice es consistente arriba del punto final y la conductividad no aumenta a su punto final, el anión debe regenerarse, pero si la conductividad aumenta y la sílice no, checar los cationes que están en servicio. Si alguno de los cationes están en su punto de agotamiento, sacarlo a regeneración. Si la conductividad no baja probablemente el efluente este contaminado.

Comúnmente, no se deja que los aniones lleguen al agotamiento por sílice. El criterio que prevalece en sacarlo a regeneración por altas horas de operación.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.5.3.5. Operación de los pulidores.

El efluente de las unidades aniónicas a pesar de ser agua desmineralizada adquiere las características finales cuando pasa a través de la unidad pulidora.

Las unidades pulidoras tienen una mezcla de resina RIC-16 y resina aniónica IRA-402, cuya finalidad es atrapar los iones que se hayan fugado durante el proceso de desmineralización y darle las características finales del agua.

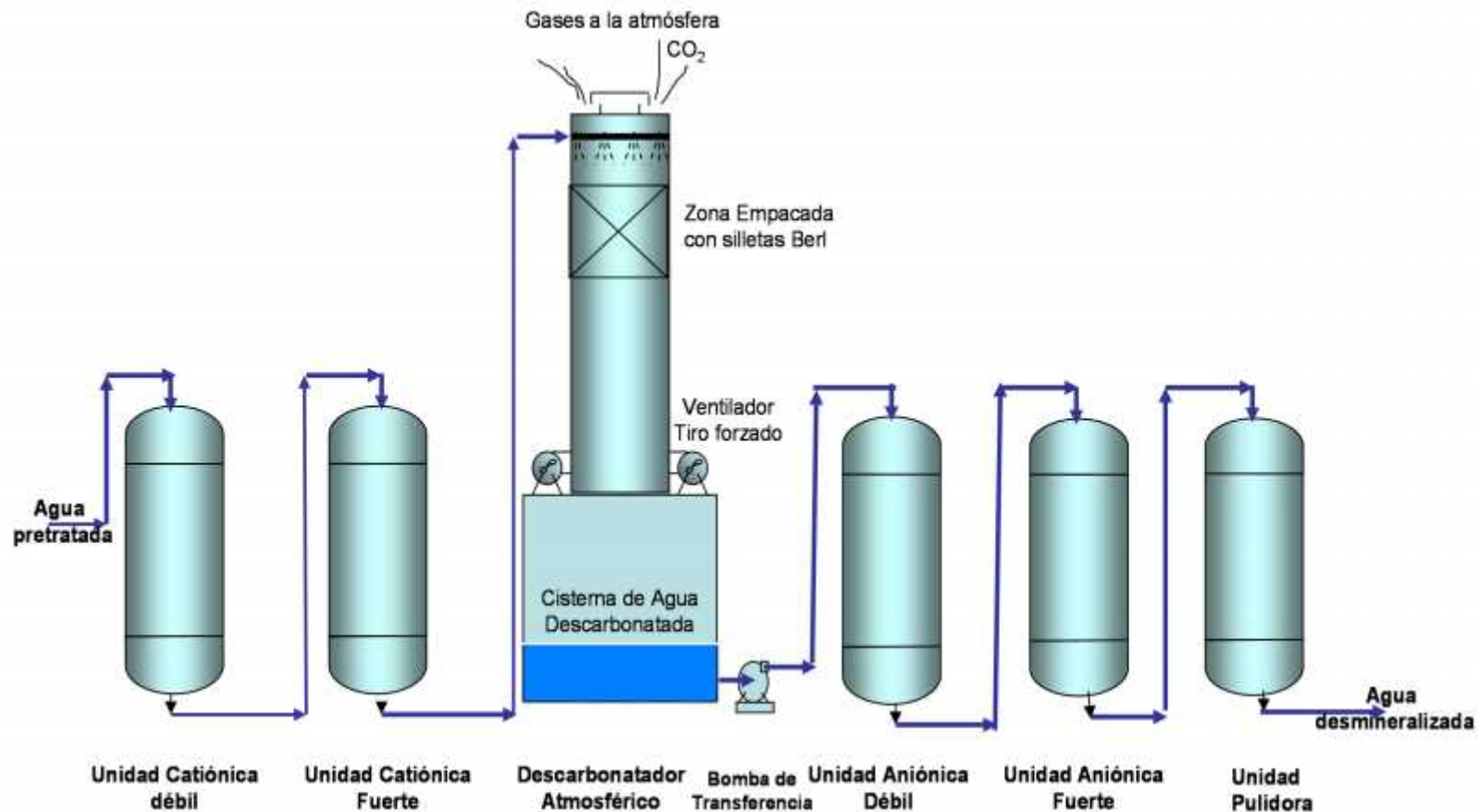
A medida que el tiempo de operación de las unidades pulidoras va aumentando, la resina se compacta y se observa un aumento en la conductividad; entonces, cuando ha transcurrido aproximadamente 20 días, las unidades se mezclan con aire para descompactarla y reacomodarla. Esta operación se realiza aproximadamente 2 veces, porque el tiempo normal de operación de las unidades es de 30 a 40 días. Cuando ha transcurrido el tiempo normal de operación, la unidad se agota y se pone fuera de servicio para regenerarla.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

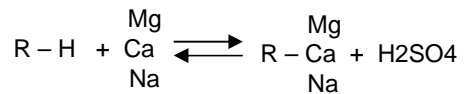
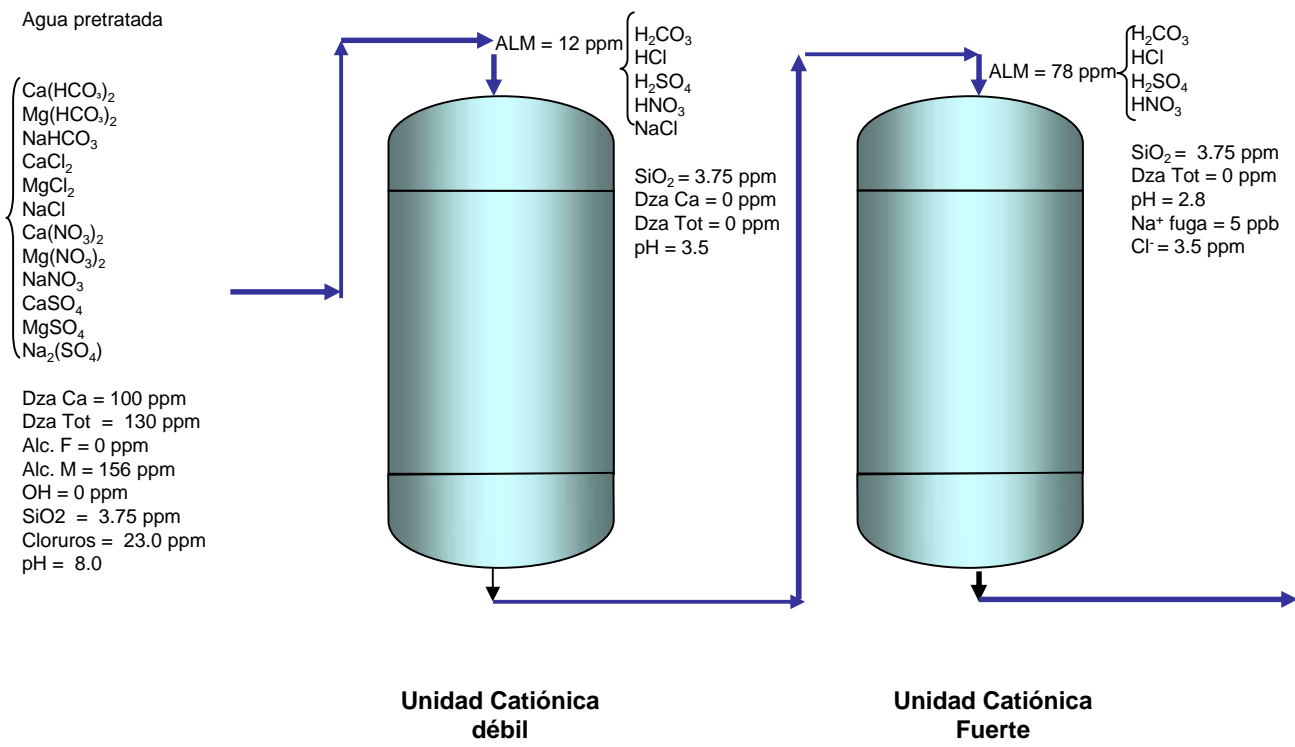
7.5.3.6. Diagrama de Flujo de la Unidad desmineralizadora de Agua UDA-2





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

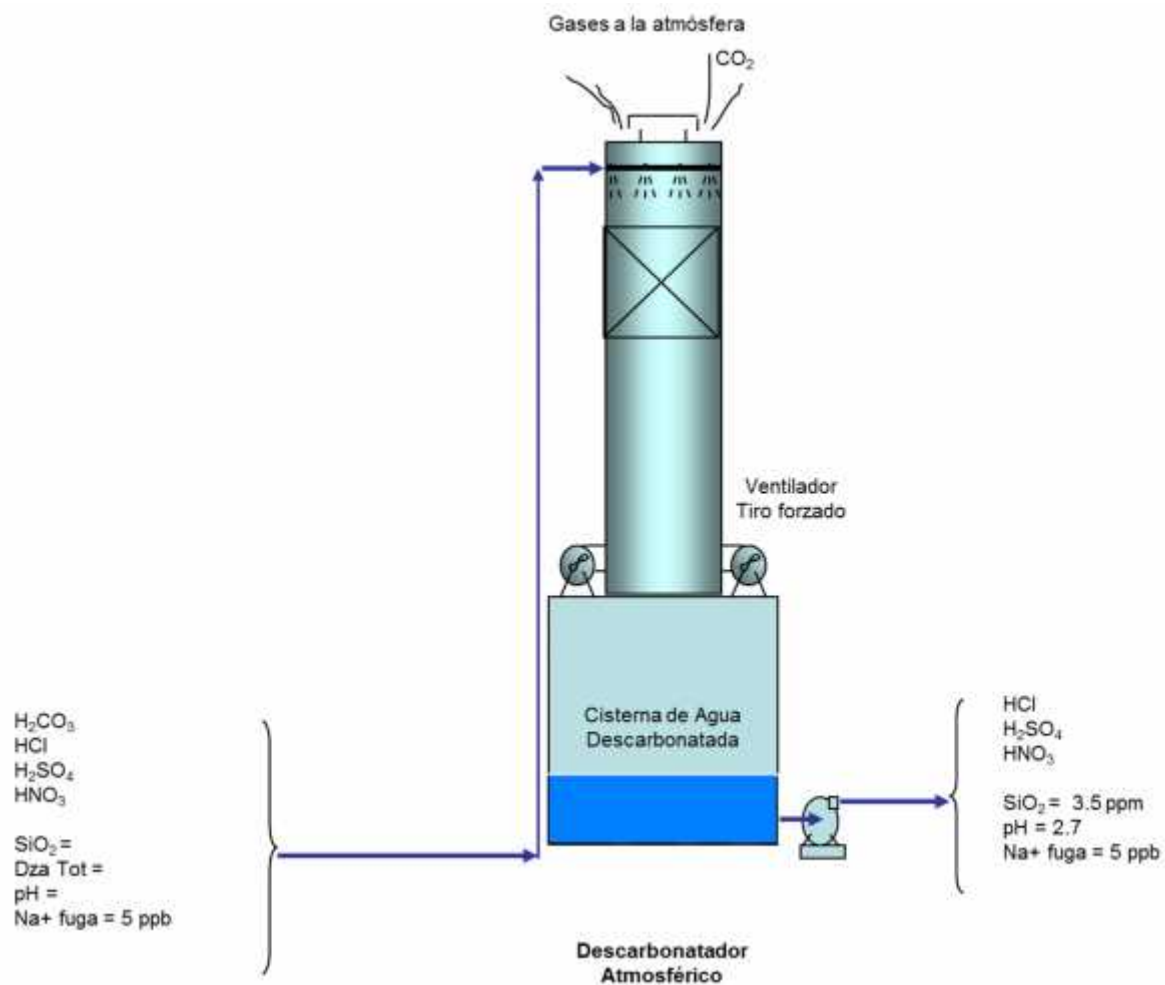
Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

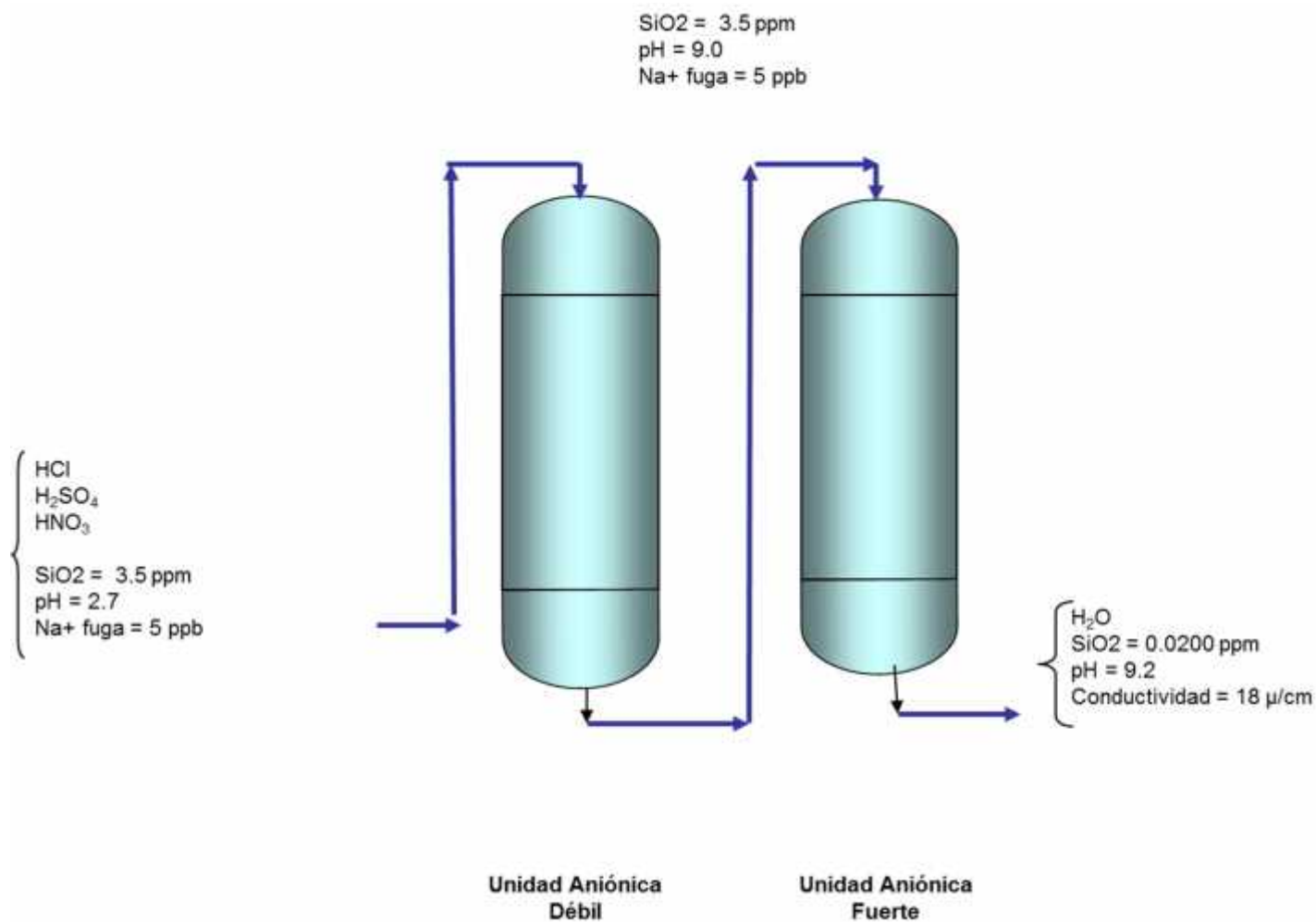
Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

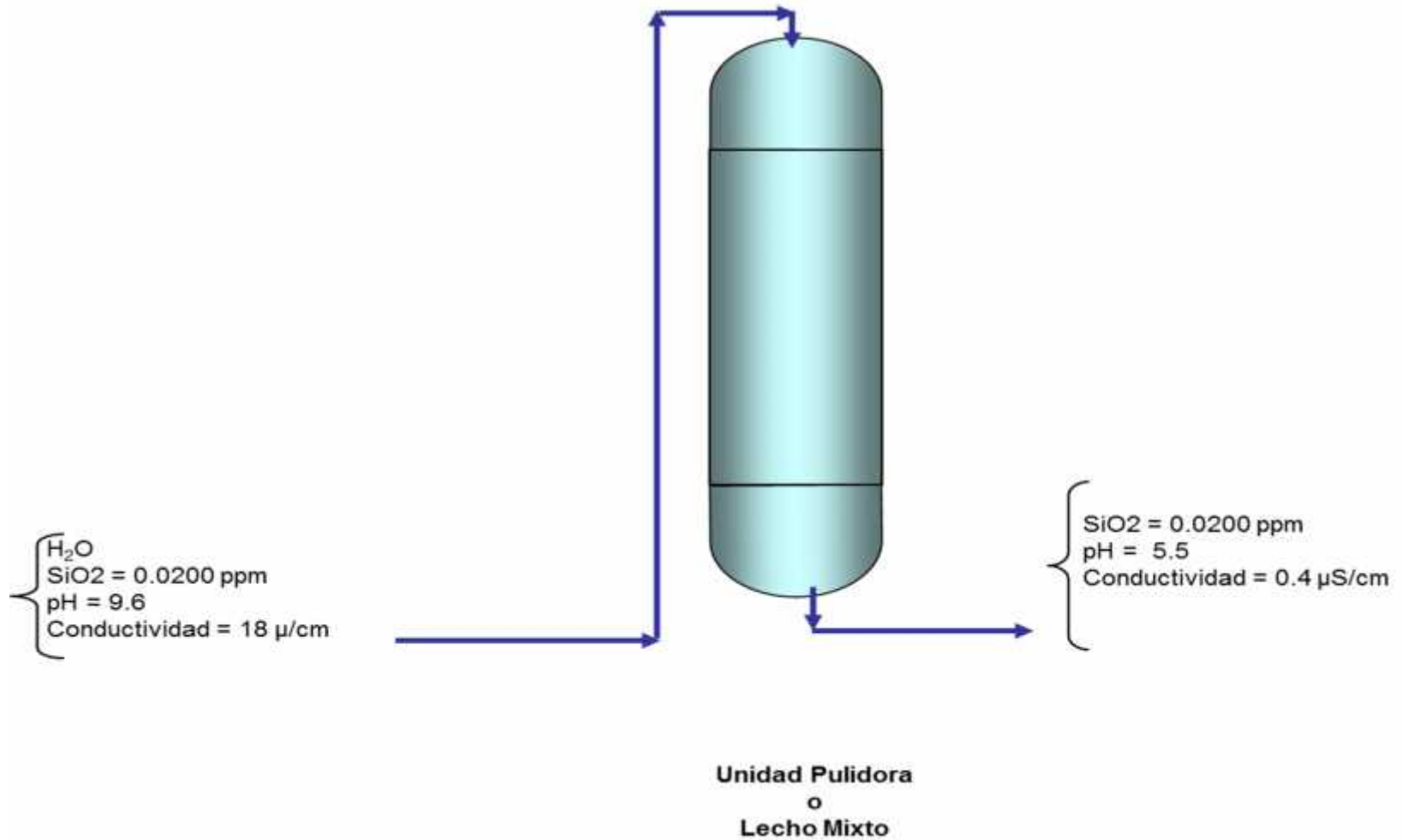
Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras





**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Una vez que la resina ha intercambiado todos los sitios iónicos activos, no posee más capacidad de remoción o intercambio y es necesaria la restitución de los centros activos.

Para la restitución de los centros activos, o regeneración, se emplea un producto químico que posea al ión originalmente existente en la matriz polimérica. Los reactivos usualmente empleados son el ácido clorhídrico y el ácido sulfúrico para las resinas catiónicas y el hidróxido de sodio para las resinas aniónicas.

Como cualquier proceso químico difusional, se ve afectado por parámetros como es el tiempo de contacto, la temperatura, el nivel de regeneración de la resina o cantidad de producto químico regenerante empleado por unidad de volumen de resina y el sentido de la regeneración, en relación con el sentido de flujo durante el agotamiento.

Adicionalmente, para el caso de las resinas aniónicas, existe un parámetro más importante, relativo a la presencia de materia orgánica en el agua cruda.

Las resinas aniónicas débilmente básicas son menos susceptibles al ataque por materia orgánica y el proceso es reversible por los métodos convencionales de regeneración.

Por el contrario, las resinas fuertemente básicas son más susceptibles al deterioro irreversible por materia orgánica.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

El desarrollo reciente en tecnología de resinas, especialmente en vista de la creciente tendencia a recircular agua residual, ha dado lugar a una nueva generación de resinas aniónicas, con estructura acrílica, mucho más resistente al envenenamiento por materia orgánica y que se han empleado.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.6. RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO.

El agua, por sus propiedades como disolvente, acostumbra tener muchas impurezas y contaminantes. Las sales metálicas se disuelven en iones cuya presencia puede ser indeseable para los usos habituales del agua.

Se denomina desmineralización a la remoción de sólidos disueltos de origen mineral presentes en todas las aguas naturales y cuya presencia es indeseable o dañina para las operaciones y procesos productivos para los cuales está destinada. Dicha eliminación de sólidos disueltos se ha logrado confiablemente con diversas técnicas y combinaciones de las mismas, no obstante, en la actualidad se reconocen las siguientes opciones:

1. Intercambio iónico por medio de resinas sintéticas.
2. Osmosis inversa, o una combinación de ésta, con intercambio iónico según el nivel de calidad esperado en el agua desmineralizada.
3. Osmosis inversa, o una combinación de ésta, con procesos de electrodiálisis.

7.6.1. DEFINICIONES

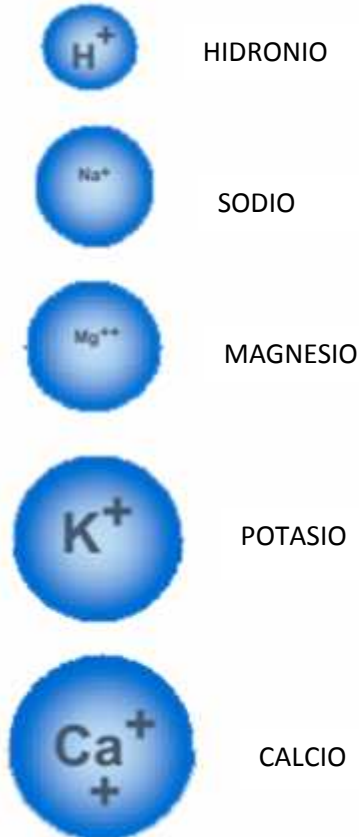
Ion: Un ion es un átomo o grupo de átomos con una carga eléctrica. Es una partícula que se forma cuando un átomo neutro o un grupo de átomos ganan o pierden uno o más electrones.



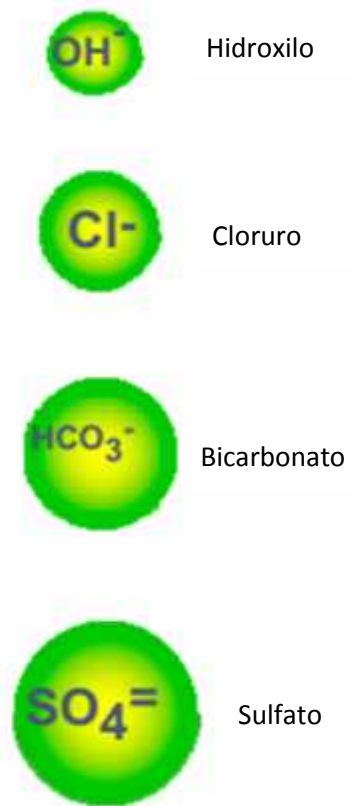
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

CATIONES
(CARGA POSITIVA)



ANIONES
CARGA NEGATIVA



Dureza del agua: Asociada con la presencia de iones Calcio y Magnesio, es conocida como Dureza total y puede dividirse en dureza debido al contenido de calcio y debido al contenido de magnesio

$$DTot = DCa + DMg$$



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Intercambio Iónico: Es una reacción química reversible que tiene lugar cuando un ion de una disolución se intercambia por otro ion de igual signo que se encuentra unido a otra partícula sólida.

El principio de funcionamiento del intercambio iónico se basa en la afinidad de ciertos polímeros ionizados por los iones disueltos en el agua.

Resinas de intercambio iónico: Son polímeros sintéticos que han sido funcionalizados para intercambiar iones y que se comportan como ácidos o bases sólidas.

Son macromoléculas insolubles en agua, con una alta concentración de grupos polares (ácidos o básicos) incorporados a una matriz de un polímero sintético

Estos polímeros sintéticos “intercambian” iones localizados en los sitios activos de la matriz polimérica, iones inocuos sin efecto en la calidad del agua, por los iones disueltos en ésta, es decir, tienen un ion “migratorio” y un contra ion estacionario para mantener el balance de cargas eléctricas.

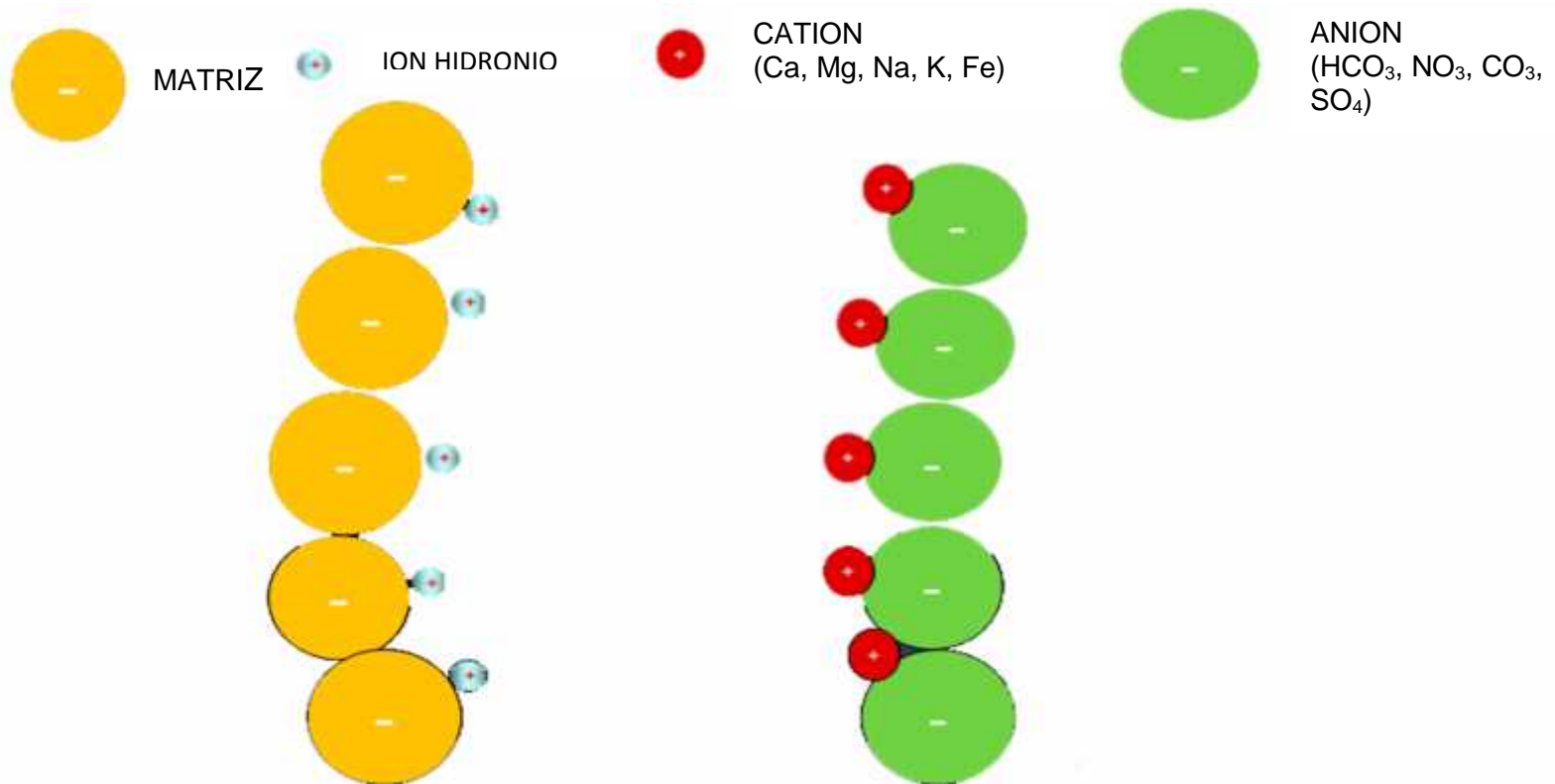
Los iones activos en la matriz polimérica de la resina regenerada pueden ser el ion hidronio H^+ , para las resinas de naturaleza catiónica, o iones oxidrilo OH^- , en las resinas de naturaleza aniónica.

Según sea el ion migratorio las resinas se denominan catiónicas o aniónicas



7.6.2. INTERCAMBIO IÓNICO

En este esquema se representa la forma como se lleva a cabo el intercambio iónico entre las resinas de catiónicas y las sales disueltas en el agua

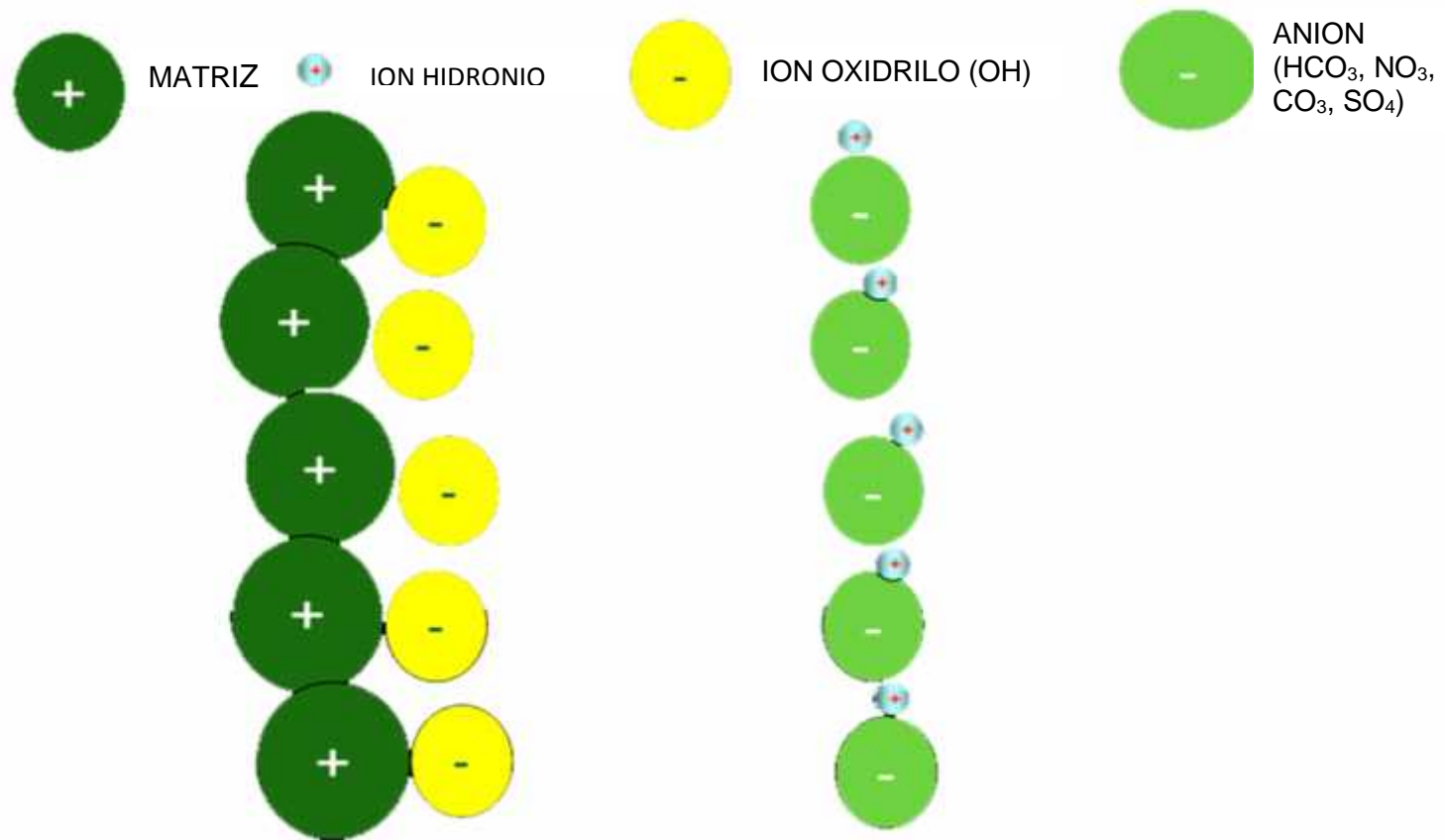




INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

En este esquema se representa la forma como se lleva a cabo el intercambio iónico entre las resinas aniónicas y los iones con carga negativa presentes en el agua.





**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Resina catiónica débil: Fija calcio, magnesio, sodio y potasio de los bicarbonatos y generan ácido carbónico.

Resina catiónica fuerte: Fija los cationes que están unidos a cloruros, nitratos, sulfatos y silicatos quedando en el agua los ácidos de las sales inicialmente presentes en el agua.

Resina aniónica débil: Fija los aniones de los ácidos fuertes como sulfatos, cloruros y nitratos, pero no los aniones débiles del ácido carbónico.

Resina aniónica fuerte: Fija los aniones de los ácidos débiles como el ácido carbónico y el ácido silícico.

La combinación de resinas de intercambio de cationes y aniones puede ser utilizada para eliminar todas las impurezas iónicas presentes en el agua, y es un proceso conocido como desionización que puede producir agua de calidad excepcional.

Descarbonatador atmosférico: Debido a que la resina catiónica débil produce ácido carbónico y para evitar un trabajo excesivo de la resina aniónica fuerte, se rebaja al mínimo el contenido de anhídrido carbónico mediante una corriente de aire insuflado por un ventilador



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Desgasificador a vacío: Tiene la misma función que el descarbonatador atmosférico, y se genera la eliminación de anhídrido carbónico mediante eyectores generadores de vacío.

7.6.3. PROPIEDADES DE LAS RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO.

Capacidad de intercambio total:

Número total de grupos funcionales activos por unidad de peso (Capacidad en base seca) o por unidad de volumen (Capacidad en base húmeda).

Capacidad operativa:

Capacidad obtenida en la práctica en las plantas industriales.

Diferencia entre la capacidad al inicio del ciclo y remanente al final del ciclo de producción.

Siempre menor que la Capacidad Total.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

**Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la
concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras**

CAPÍTULO VIII. PROCEDIMIENTOS, DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS Y RESULTADOS.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

CAPÍTULO VIII. PROCEDIMIENTOS, DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS Y RESULTADOS.

En las plantas Desmineralizadoras de la refinería “Ing. Antonio Dovalí Jaime”, se requiere el uso constante de agua y reactivos para la regeneración de las unidades de intercambio iónico, lo cual tienen un cierto promedio de agua gastada por cada regeneración que se realiza, por lo tanto cuando hay problema por dureza o sílice un mayor consumo de agua y reactivos gastado en las unidades de intercambio iónico.

Para ello se mostrara un análisis de la cantidad de agua y reactivos gastados en las unidades de intercambio iónico en los meses de enero a noviembre del 2013, por lo que se podrá observar cómo varia la cantidad de agua y reactivos que se utilizan para las regeneraciones constantes a causa de dureza o sílice, con este análisis, se podrá mostrar de una manera más generalizada los problemas que causan las regeneraciones constantes, sea en agua o como reactivos y los problemas que causan si el agua no se trata de manera adecuada para posteriormente mandarla a los sistemas de generación de vapor, también los problemas que pueden causar si por algún motivo quedase fuera un tren de las UDAS, una caldera o un turbogenerador.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

En la siguiente tabla se presentaran los datos generalizados por mes enero – noviembre del 2013, del consumo de agua ocupada en las unidades de intercambio iónico y la cantidad de reactivos gastados.

TABLA 8.1.- CANTIDAD DE AGUA Y REACTIVOS USADOS EN ENERO – NOVIEMBRE 2013

	UDA - 1			UDA - 2		
	agua	Ácido Sulfúrico	Sosa Cáustica	agua	Ácido Sulfúrico	Sosa Cáustica
	volumen	cantidad	cantidad	volumen	cantidad	cantidad
	m ³	Kg	Kg	m ³	Kg	Kg
ene-13	184,834.58	83,043.62	121,244.34	142,752.42	64,136.69	93,640.07
feb-13	166,198.62	88,082.48	111,720.70	142,760.88	75,660.87	95,965.57
mar-13	184,470.62	101,007.67	130,099.96	151,346.28	82,870.30	106,738.65
abr-13	169,812.22	99,554.42	121,296.89	149,763.24	87,800.46	106,975.90
may-13	194,404.39	93,692.66	138,713.19	150,736.43	72,647.00	107,554.83
jun-13	186,670.46	74,110.43	138,057.28	102,338.17	40,629.49	75,687.01
jul-13	207,410.64	91,004.25	165,286.55	149,210.78	65,468.26	118,906.80
ago-13	185,576.56	114,091.33	118,974.37	151,409.42	93,085.58	97,069.59
sep-13	163,203.94	65,141.03	116,602.02	149,824.37	59,800.72	107,042.91
oct-13	163,800.20	70,187.11	111,853.30	182,993.58	78,411.32	124,959.77
nov-13	161,791.30	50,438.53	114,802.52	182,288.15	56,828.43	129,346.50
Total	1,968,173.53	930,353.51	1,388,651.12	1,655,423.72	777,339.14	1,163,887.60

Como podemos apreciar en la tabla anterior el consumo de agua y de reactivos es un poco mayor en la UDA-1, en lo cual es un poco ilógico ya que la UDA-2 contiene más trenes y las regeneraciones son más seguidas y el consumo de agua como de reactivos debería de ser mayor como estipulan las bases de diseño, se podría suponer que la UDA-1 ha tenido algún contaminante en los meses que ha superado su consumo de agua y



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

reactivos que la UDA-2 o que ha habido problemas en la planta o que han tenido que regenerar de manera más constante.

Como se puede observar, no se ve cómo estos datos puedan afectar en las unidades Desmineralizadoras, pero hay que considerar que ha mayor cantidad de agua utilizada hubieron regeneraciones más frecuentes de lo normal, por ese motivo la cantidad de agua utilizada es mayor en algunos meses, los datos podrán apreciarse mejor en la parte de graficas en las **gráficas 9.1 y 9.2.**

Como se puede observar en la tabla anterior el consumo más alto ha sido en el mes de julio con un consumo de agua de **207,410.64 m³**, de esto, se puede observar que en junio y agosto también el consumo de agua ha sido un poco elevado en la UDA-1, esto se debe a que la UDA-2 entra a reparación programada en los mes de Junio – Agosto lo cual se puede justificar porque el mes de julio ha tenido más consumo de agua en la UDA-1.

Para el monitoreo de los parámetros del agua en las distintas áreas la refinería “Ing. Antonio Dovalí Jaime” de Salina Cruz, Oaxaca cuenta con un contrato de la compañía OPTA los cuales están encargados de verificar los parámetros Físico-Químicos en las calderas, calderetas, deareadores y turbogeneradores.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

A partir de la entrada de dicha compañía se han presentado con varios problemas por Sílice Coloidal que han afectado de manera impactante en las calderas y turbinas a la refinería, debido a que no se ha dado un buen tratamiento en la áreas anteriores a la llegada de los sistemas de generación de vapor, se tomara en cuenta el problema más reciente por la facilidad de la información en el cual se podrá apreciar en las gráficas y también cuales pudieron ser las causas a estas fallas.

Otra de las compañías que están encargadas del tratamiento de la calidad del agua es la compañía NALCO, esta compañía se encarga de la dosificación de los reactivos (coagulante y floculante) en el área del pretratamiento así también su análisis de la entrada y salida de esta área.

Con estas dos compañías monitoreando los parámetros físico-químicos del agua podemos observar la variación de los parámetros en las fechas que han ocurrido problemas en UDAS y en los sistemas de generación de vapor.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

8.1. PROBLEMAS EN LA REFINERÍA POR SÍLICE COLOIDAL EN LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN DE VAPOR

Como ya se ha mencionado con anterioridad la compañía OPTA se ha encontrado con varios problemas por sílice coloidal, estos problemas son debido a que el agua para la generación de vapor no cumple con los parámetros adecuados, y estos problemas empiezan desde el área del pretratamiento que posteriormente pasa a las unidades Desmineralizadoras UDAS.

Para ello en este trabajo se tomara un problema reciente de esta manera se podrá apreciar las afectaciones que deja el no tener un buen tratamiento químico integral en el agua, que problemas pueden causar en un periodo largo o corto y sobre todo como afecta a la empresa estos problemas.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

8.2. COMPAÑIAS

8.2.1. NALCO

La compañía NALCO mediante la aplicaciones de programa de tratamiento químico integral con productos químicos, equipos de dosificación, monitoreo y control, asistencia técnica y cursos de capacitación para el personal técnico y operadores de PEMEX REFINACION, cloración con Hipoclorito de Sodio al 13% en peso el agua de primer uso en Boca Toma “Las Pilas”, manteniendo el residual de Cloro libre de 1.5 – 2.0 ppm en las descargas de las bombas BA-1016´S, para el volumen de 35,000 m³/día y Clarifloculación del pretratamiento de agua, para un volumen de 30,000 m³/día, con una turbidez de 1.0 NTU máximo, residual de Cloro libre de 0.5 – 0.8 ppm, Fierro total menor de 0.08 ppm y libre de Sílice Coloidal, además que permita la neutralización de las partículas suspendidas.

8.2.2. OPTA

El servicio del tratamiento químico integral que proporciona Organización para el Tratamiento de Aguas, S.A. de C.V., incluye, productos químicos, equipos de dosificación, monitoreo y control, asistencia técnica, cursos de capacitación para el personal técnico y operadores de trabajo de Pemex Refinación, con objeto de controlar los fenómenos de corrosión, incrustación el arrastre de impurezas, en el vapor saturado y sobrecalentado en calderas,



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

calderetas, y sistemas de recuperación de condensados susceptibles a contaminación con hidrocarburos, ácidos, álcalis y sílice coloidal en áreas de servicios principales y plantas de proceso para no afectar la producción aun operando con 10 % de carga arriba del diseño.

La Organización para el Tratamiento de Aguas, S.A. de C.V. garantiza que todos los productos químicos propuestos son compatibles químicamente entre sí, así mismo nos comprometemos a cumplir y obtener los resultados que se indican.

- a) Ausencia de incrustación en la tubería de las calderas para no tener fallas en estas y dar cumplimiento a los programas de operación y producción de vapor, elaborando por Pemex Refinación.
- b) Controlar la corrosión generalizada máxima de 3.0 mpa para acero al carbón y de 0.5 mpa para admiralty, (cuando se presente una contaminación en el condensado, el límite de velocidad de corrosión en acero al carbón será de 5 mpa y admiralty de 1.0mpa), en las líneas de recuperación de condensado, manteniendo las siguientes condiciones.

pH	8.5 – 9.0
Silice	< 0.020 ppm
Conductividad	< 4.0 μ hos/cm
Fierro	<0.020 ppm
Cobre	< 0.015 ppm



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

- c) ausencia de espuma para mantener la pureza en una conductividad catiónica de 2.0 microhos/cm y 0.20 ppm de SiO₂ máximo para que este sea utilizado en los equipos dinámicos de generación de energía eléctrica
- d) ausencia de oxígeno Disuelto en agua de alimentación CO₂ en los condensados recuperados.
- e) Evitar las fallas por ruptura de tubos.
- f) Mantener el control de depósitos en las superficies de transferencia de calor.
- g) Prolongar los periodos entre limpiezas químicas de 5 años mínimos.
- h) Controlar los parámetros químicos del agua de la purga continua de las calderas de servicio principales dentro de los siguientes rangos.

Fosfato / Sodio	1 / 3
OH	0 ppm como CaCO ₃
pH	9.8 – 10.2
Sílice	1.7 ppm max.
Conductividad	< 200 μ S / cm
Fierro	< 1.5 ppm
Cobre	< 1.50 ppm
Turbidez	Max. 2 NTU
Ciclos de Concentración	70 – 100 ciclos

El valor de Sílice para la purga continua está basado en los ciclos de concentración para la caldera de 60 Kg/cm² y la sílice del agua de alimentación con una tolerancia de hasta 100 ciclos de concentración,



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

procediéndose a controlar la purga continua de acuerdo a los análisis, siempre se preferirá acercarse al tope de 100 ciclos para optimizar la dosificación de químicos y ahorro de energía.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

8.3. Problema por Incremento de la Sílice Coloidal en las purgas continuas de las calderas CB-2, CB-3, CB-4, CB-5 y CB-6, Septiembre 2013.

El agua del acueducto proviene de Boca Toma “Las Pilas” se recibió en el pretratamiento en el mes de septiembre con las siguientes características físico-químicas: Turbidez con valores sobre el límite de 20.0 NTU a partir del 14 de septiembre en turno 2 aplicándose inmediatamente el plan de contingencia por alta turbidez mayor a 20 NTU, el promedio mensual fue de 21.33 NTU, el Hierro total registro el valor promedio de 0.150 ppm, el pH promedio fue de 8.05, el residual de cloro a la llegada al Pretratamiento registro el promedio de 1.15 ppm.

Como ya se ha mencionado la turbidez trae consigo la Sílice Coloidal entre más turbidez haya, más posibilidades de que la Sílice Coloidal sea mayor a la entrada de las UDAS de lo que normalmente debería, en el mes de septiembre la ciudad de Salina Cruz Oaxaca presento mucha lluvia, debido a eso los sólidos y la creación de lodos hacían más turbia el agua a la llegada del Pretratamiento.

La compañía NALCO efectúa pruebas de jarra al agua del acueducto para determinar las concentraciones más adecuadas de los productos químicos para la clarifloculación del agua en el pretratamiento, las concentraciones



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

que se aplicaron durante el plan de contingencia fueron las siguientes: De 50 ppm a 100 ppm de Sulfato de Aluminio líquido libre de Hierro y De 0.2 ppm a 1.4 ppm de polímero

TABLA 8.3.1 TURBIDEZ DEL AGUA EN NTU

	Acueducto	UPTA'S	
		1000 A	1000 B
01-sep-13	2.2	0.7	0.6
02-sep-13	1.9	0.6	0.6
03-sep-13	1.9	0.6	0.7
04-sep-13	1.9	0.7	0.6
05-sep-13	1.9	0.7	0.6
06-sep-13	1.8	0.7	0.7
07-sep-13	1.2	0.7	0.7
08-sep-13	1.8	0.7	0.6
09-sep-13	1.2	0.7	0.7
10-sep-13	2.8	0.6	0.6
11-sep-13	6.4	1.0	0.9
12-sep-13	7.2	1.0	1.0
13-sep-13	12.8	1.1	1.1
14-sep-13	22.2	1.1	1.1
15-sep-13	36.9	1.0	1.0
16-sep-13	50.4	1.1	1.0
17-sep-13	42.8	1.1	1.1
18-sep-13	122	1.1	1.0
19-sep-13	33.9	1.1	1.0
20-sep-13	35.7	1.0	1.1
21-sep-13	35.3	1.1	1.1
22-sep-13	30.1	1.0	1.0
23-sep-13	24.1	1.0	1.0
24-sep-13	27.1	1.2	1.1
25-sep-13	27.5	1.0	1.0
26-sep-13	24.7	1.0	1.1
27-sep-13	22.5	1.0	1.0
28-sep-13	22.8	1.0	1.0
29-sep-13	21.5	1.1	1.0
30-sep-13	15.3	1.0	0.9

Siguiendo estos datos podemos posicionarnos en las UDAS a continuación se presentaran los datos promedios de los 3 turnos, para la verificación de los parámetros del agua en la salida de las UDAS.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

**TABLA 8.3.2 PROMEDIOS DIARIOS DE LAS UNIDADES PULIDORAS RESPECTO AL SÍLICE EN PPM
PROMEDIO DE LOS 3 TURNOS**

FECHA	LECHO MIXTO			UNIDADES PULIDORAS UPAS			
	1	2	3	A	B	C	D
01-ago-13	0.041	0.035	0.024	0.023	DISPONIBLE	0.022	DISPONIBLE
02-ago-13	0.045	0.042	0.037	DISPONIBLE	0.028	0.028	DISPONIBLE
03-ago-13	0.049	DISPONIBLE	0.039	DISPONIBLE	0.023	0.023	0.036
04-ago-13	0.030	0.024	0.035	REG	REG	0.017	0.054
05-ago-13	0.037	0.023	0.033	REG	0.024	0.015	0.039
06-ago-13	0.039	0.019	0.039	REG	0.027	0.027	0.038
07-ago-13	0.034	0.032	0.056	0.031	DISPONIBLE	0.025	0.025
08-ago-13	0.031	0.028	0.066	DISPONIBLE	DISPONIBLE	0.033	0.026
09-ago-13	0.030	0.031	0.071	0.042	REG	0.027	0.035
10-ago-13	0.030	0.036	0.029	0.038	REG	0.030	0.036
11-ago-13	0.028	0.030	0.032	0.033	0.024	0.032	0.027
12-ago-13	0.024	DISPONIBLE	0.039	0.027	0.021	0.020	0.035
13-ago-13	0.029	0.027	0.045	DISPONIBLE	0.028	0.029	0.036
14-ago-13	0.036	DISPONIBLE	0.045	REG	0.026	0.029	0.032
15-ago-13	0.042	0.043	0.046	REG	0.037	0.036	DISPONIBLE
16-ago-13	0.041	0.038	0.039	REG	0.032	0.032	DISPONIBLE
17-ago-13	0.046	0.036	0.061	REG	0.033	0.036	0.038
18-ago-13	0.038	0.036	0.060	REG	0.030	0.035	0.042
19-ago-13	0.033	DISPONIBLE	0.063	REG	0.031	0.031	0.045
20-ago-13	0.044	0.038	DISPONIBLE	REG	0.037	0.029	0.057
21-ago-13	0.041	0.040	0.038	REG	0.040	0.039	0.090
22-ago-13	0.029	0.017	0.029	0.022	0.034	0.016	0.074
23-ago-13	0.042	0.033	0.039	0.029	0.038	0.037	REG
24-ago-13	0.046	0.032	0.036	0.026	0.030	0.028	0.028
25-ago-13	0.033	0.025	0.041	0.054	0.032	0.041	0.029
26-ago-13	0.039	0.035	0.040	0.027	0.030	0.028	0.031
27-ago-13	0.026	0.039	0.032	0.024	0.031	0.027	0.033
28-ago-13	0.046	0.041	0.035	0.035	0.030	0.044	0.040
29-ago-13	0.032	0.051	0.071	0.025	0.047	0.042	0.035
30-ago-13	0.035	0.063	DISPONIBLE	0.033	0.039	0.041	0.035
31-ago-13	0.034	0.023	0.036	0.051	DISPONIBLE	0.053	0.032
01-sep-13	0.033	0.037	0.044	0.045	0.039	DISPONIBLE	0.033
02-sep-13	0.033	0.031	0.065	0.027	0.029	0.041	0.039



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

03-sep-13	0.034	0.036	0.043	0.033	DISPONIBLE	0.037	0.047
04-sep-13	0.026	0.034	0.057	DISPONIBLE	0.038	0.035	0.059
05-sep-13	0.039	0.041	0.052	0.034	DISPONIBLE	0.040	DISPONIBLE
06-sep-13	0.039	0.037	DISPONIBLE	0.034	DISPONIBLE	0.039	0.066
07-sep-13	0.031	0.037	0.039	0.035	0.028	DISPONIBLE	0.064
08-sep-13	0.035	0.039	0.044	0.035	0.033	0.045	0.058
09-sep-13	0.034	0.033	0.035	0.024	0.031	0.039	0.046
10-sep-13	0.037	0.025	0.049	0.036	0.027	0.031	REG
11-sep-13	0.040	0.049	0.038	0.045	0.034	0.032	REG
12-sep-13	0.062	0.031	0.062	0.046	0.037	0.036	0.049
13-sep-13	0.053	DISPONIBLE	0.040	0.027	0.026	0.035	0.030
14-sep-13	0.039	0.034	0.034	0.031	DISPONIBLE	DISPONIBLE	0.038
15-sep-13	0.046	0.037	0.030	0.030	0.037	0.025	0.020
16-sep-13	DISPONIBLE	0.040	0.032	0.035	0.034	0.028	0.036
17-sep-13	0.063	0.042	0.031	0.040	0.032	0.039	0.034
18-sep-13	0.078	0.042	0.055	0.040	0.029	0.036	0.037
19-sep-13	0.070	0.037	0.043	0.028	0.042	0.038	0.031
20-sep-13	0.070	0.032	0.054	DISPONIBLE	0.036	0.037	0.040
21-sep-13	0.031	0.040	0.040	DISPONIBLE	0.041	0.035	0.039
22-sep-13	0.039	0.028	0.041	0.040	DISPONIBLE	0.037	0.038
23-sep-13	DISPONIBLE	0.028	0.034	0.039	0.030	0.030	0.033
24-sep-13	0.038	0.035	DISPONIBLE	0.032	0.039	0.033	0.031
25-sep-13	0.064	DISPONIBLE	0.044	0.026	0.033	0.034	0.074
26-sep-13	0.053	0.040	0.042	DISPONIBLE	0.038	0.043	0.046
27-sep-13	0.028	0.037	0.031	0.036	0.030	0.039	0.046
28-sep-13	0.030	0.031	0.037	0.033	0.028	DISPONIBLE	0.042
29-sep-13	0.036	0.031	DISPONIBLE	0.024	0.033	0.028	0.047
30-sep-13	0.030	0.036	0.027	0.020	0.026	0.039	0.032

La forma en que operan los trenes es de la siguiente manera, para la UDA-1 se operan dos trenes y uno queda disponible, para ingresarla en el momento en el que otro tren se agote e inicie la fase de regeneración, es el mismo caso para la UDA-2, en este caso tres trenes operan y uno queda disponible.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

En la tabla anterior podemos observar que se han ingresado los valores promedios diarios respecto al sílice en ppm, en la salida de las UDAS, los valores que están marcados como “DISPONIBLE” O “REG”, se hizo un promedio de igual manera, si, en dos o tres turnos el tren ha estado disponible, el promedio final será el resultado, el mismo caso para la REGENERACION, si en dos o tres turnos se ha estado regenerando su promedio diario será el resultado, sin embargo en el caso de los DISPONIBLES no quiere decir que en estos en cualquiera de los 3 turnos no haya habido alguna regeneración, se ha puesto de esta manera para sintetizar los datos ya que la tabla sería demasiado larga.

Como podremos observar en las gráficas **9.3.3** de estos datos, podemos observar que la gráfica nos indica que ha habido en estos dos últimos meses un incremento de sílice a la salida de las UDAS mayor a su salida esperada.

El incremento de las Sílice en las purgas continuas de las calderas CB-2, BC-3, CB-4, CB-5 Y CB-6 a partir del día 13 de Septiembre principalmente en la caldera CB-6 con valores mayores a 1.7. El incremento de la sílice se observó solamente en las purgas continuas de las calderas de alta presión y no se presentó alguna variación en la misma en el agua de alimentación a las mismas calderas.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Tampoco se observó algún incremento de la Sílice en el vapor generado de las calderas. Derivado de las lluvias presentadas en la zona, se considera muy probablemente que el incremento de la sílice sea resultado de la presencia de Sílice coloidal proveniente de la sección de pretratamiento del agua ya que se observa en la tabla y graficas anteriores un notable incremento en la turbidez del agua mayores a 25 NTU, lo que indica que se tiene un alto arrastre de solidos suspendidos.

La sílice (SiO_2) no presenta conductividad a bajas concentraciones <10 ppm y existe en el agua del medio ambiente en forma soluble (sílice reactiva) u amorfa (sílice coloidal), la sílice soluble es removida en las unidades Desmineralizadoras y se puede determinar por los análisis de laboratorio de colorimetría o de espectrofotometría, sin embargo la sílice coloidal no es retenida por la mismas unidades Desmineralizadoras y tampoco es detectable con las técnicas de análisis mencionadas, esta forma de sílice coloidal u amorfa se vuelve detectable al análisis de laboratorio en la purga continua de las calderas de alta presión por la condición de la alta temperatura del agua.

En la siguiente tabla se anexa la tabla de datos del laboratorio de las purgas continuas de las calderas, agua de alimentación y vapores generados obtenidos del 14 al 17 de septiembre con el objeto de observar el incremento inmediato de los valores de sílice.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

**TABLA 8.3.3. RESULTADOS DIARIOS DE LA SÍLICE SOLUBLE (PPM)
EN EL AGUA DE LA CALDERA, EN EL VAPOR GENERADO Y
ALIMENTACIÓN.**

Día	Purga continua					Vapor generado					Agua alimentación.	
	CB-2	CB-3	CB-4	CB-5	CB-6	CB-2	CB-3	CB-4	CB-5	CB-6	P-101 A1	P-102 A2
14-sep.	1.232	1.428	1.504	1.303	<u>1.877</u>	0.019	0.016	0.018	0.016	0.017	0.018	0.017
15-sep.	<u>1.826</u>	1.682	<u>1.766</u>	1.285	<u>2.080</u>	0.016	0.016	0.018	0.013	0.017	0.019	0.018
16-sep.	1.636	<u>1.703</u>	1.611	<u>1.902</u>	<u>2.712</u>	0.017	0.015	0.016	0.020	0.19	0.020	0.019
17-sep.	<u>1.833</u>	<u>1.801</u>	1.636	<u>1.780</u>	<u>2.666</u>	0.018	0.016	0.018	0.019	0.020	0.020	0.019
Promedio	1.632	1.654	1.629	1.567	2.336	0.019	0.016	0.017	0.017	0.018	0.019	0.018
Limite	Menor a 1.70 ppm					Menor a 0.020 ppm						

Como se muestra en la **tabla 8.3.3**, los altos valores de Sílice son mayores a 1.7 ppm observados en las calderas son resultados de la conversión de la sílice coloidal a la soluble por el efecto de la alta temperatura y presión de operación de la caldera. Estos valores se podrán apreciar mejor en las **gráficas 9.3.4** ubicadas en el capítulo de gráficas y fotografías.

Como podemos apreciar en los datos y las gráficas, los parámetros a la llegada desde boca toma “Las Pilas” han sido mayores a los permitidos, lo cual en el área del pretratamiento eliminaba la turbidez lo más que pudo aun así la salida de las UPTAS, se mantenía sobre el límite máximo permitido y aun así sobrepasando el límite, de tal manera que impactaba a la llegada de las UDAS y por consiguiente al área de generación de vapor.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

8.4. AFECTACIONES POR LA VARIACION DE LA CONCENTRACION DE LA DUREZA Y LA SÍLICE EN EL MES DE SEPTIEMBRE 2013

8.4.1. Área del Pretratamiento

Como podemos observar en la **tabla 8.3.1**. Los valores del acueducto en la entrada del pretratamiento superan los límites permitidos, por consiguiente para poder bajar la turbidez del agua, es necesario reactivos, los cuales son.

- Cloro
- Hipoclorito de sodio NaHCl
- Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$
- Polímero

La dosificación de reactivos se hace por medio de prueba de jarras ya que en estándares normales la compañía encargada tiene sus parámetros, esto indica que para poder tratar el agua y dejarla en los parámetros que se necesitan para su uso en las UDAS, hay que hacer pruebas de cada parámetro que se le da tratamiento en el área del pretratamiento, como son la turbidez, los coliformes totales, fierro, y sobre todo la sílice, para no dañar equipos en las UDAS y posteriormente a los sistemas de generación de vapor.

Como sabemos el uso excesivo de reactivos tiene un costo lo cual indica tener que comprar más reactivos a las compañías y no solo eso, el gasto de



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

la transportadora que traerá el reactivo también es un factor, y esto es una pérdida para la empresa.

8.4.2. Unidades Desmineralizadoras de agua (UDAS)

Como se podrá observar en la **tabla 8.3.2.** Los valores de la sílice en ppm a la salida de las UDAS es un poco elevado a lo requerido eso indica que el agua proveniente del área del pretratamiento no cumplía con los parámetros indicados a la entrada de las UDAS.

Para el uso óptimo de las UDAS es necesaria la regeneración de las unidades de intercambio iónico, para esto es necesario el uso de reactivos, la pregunta sería: ¿se gasta más reactivos para la regeneración de las unidades de intercambio iónico al tener mayor dureza y sílice en la entrada de los trenes?

La respuesta sería que SI, las unidades tienen un tiempo de vida para operación, en condiciones normales la operación de las unidades es alrededor de 48– 50 Hrs., pero por problemas de lluvias o la variación de la concentración y la sílice, las unidades las unidades bajan su tiempo de operación, normalmente estos problemas reducen un 45 -50 % de su operación, por ese motivo las unidades deben de regenerarse de manera más constante, esto implica el uso de reactivos más constantemente, suponiendo que a la semana se hacen 3 regeneraciones en las unidades



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

catiónicas en condiciones normales, al mes estamos hablando de aproximadamente 12 regeneraciones, pero por las condiciones climatológicas la regeneración de las unidades catiónicas, podríamos suponer que son 6 regeneraciones por semana, lo cual quiere decir que al mes serían aproximadamente 24 regeneraciones, eso nos indica que se realizaran 12 regeneraciones más de lo que son en condiciones normales, eso únicamente hablando de las unidades catiónicas, si hablamos de unidades aniónicas y de unidades pulidoras, el uso de reactivos sería mayor, a continuación se representarán en una tabla de manera aproximada la duración de las unidades catiónicas, aniónicas y unidades pulidoras.

Tabla 8.4.1. Duración aproximada de las unidades de intercambio iónico y cantidad de regeneraciones.

UDA 1						
UNIDADES	Condiciones normales			Condiciones por lluvias		
	Horas	Rege. por semana	Rege. Por mes	Horas	Rege. por semana	Rege. Por mes
Cationes	48	3	12	20-25	6	24
Anión estra.	48	3	12	20-25	6	24
Lecho Mixto	1 mes	-	1	20 Días	-	1
UDA 2						
Cationes	27	5	20	12-15	11	44
Aniones	48	3	12	20-25	6	24
Pulidoras	20 Días	-	1	17 Días	-	2

Como observamos en las tablas anteriores tenemos la cantidad de ácido y sosa gastados por cada regeneración y la cantidad de regeneraciones que se hacen de acuerdo en condiciones normales y por problemas de dureza o sílice por condiciones climatológicas en las unidades de intercambio iónico.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Para apreciar de mejor manera el consumo de reactivos utilizados, se presentaran la cantidad de reactivos consumidas en los meses correspondientes al 2013, de esta manera se podrán verificar los datos anteriores en los consumos de agua.

TABLA 8.4.3 – CANTIDAD DE PIPAS UTILIZADAS EN ENERO – NOVIEMBRE DE 2013

REACTIVO	MES	PIPAS	KGS
ÁCIDO	ENE	10	359,060
	MAR	5	179,100
	ABR	8	285,880
	MAY	5	178,500
	JUN	14	502,750
	JUL	11	390,740
	AGO	7	253,767
	SEP	3	109,600
	OCT	6	214,900
	NOV	15	538,660
	Total ÁCIDO		84
SOSA	ENE	14	528,670
	FEB	8	316,200
	MAR	6	241,540
	ABR	11	425,960
	MAY	14	516,110
	JUN	3	116,100
	JUL	6	227,460
	AGO	13	490,080
	SEP	9	347,070
	OCT	17	627,390
	NOV	13	481,300
Total SOSA		114	4,317,880
Total general		198	7,330,837



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Como se puede observar la cantidad de sosa cáustica utilizados en agosto es algo elevado de ya que en los meses de junio – septiembre hubieron muchos problemas por lluvias y aunque este año no afecto tanto a las unidades desmineralizadoras, aun así se puede verificar que las condiciones que se recibe el agua no cumplen con los parámetros adecuados para poder obtener un agua óptima para la generación de vapor.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Para mirar en una escala mayor, se presentaran los consumos de sosa cáustica y ácido sulfúrico a partir del 2008, esto con el fin de tomar como referencia los consumos de los años anteriores.

TABLA 8.4.4. CONSUMO DE ÁCIDO SULFÚRICO EN LOS AÑOS DE 2008 - 2013

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
2008	41,100.00	78,140.00	117,380.00	270,140.00	483,000.00	149,320.00	527,740.00	576,460.00	675,380.00	380,340.00	451,380.00	571,620.00	4,322,000.00
2009	196,240.00	188,160.00	261,840.00	261,440.00	340,320.00	374,600.00	166,500.00	270,810.00	305,890.00	304,450.00	223,460.00	469,100.00	3,362,810.00
2010	222,300.00	341,920.00	72,000.00	185,340.00	301,160.00	113,700.00	148,620.00	184,980.00	509,980.00	316,760.00	230,320.00	390,460.00	3,017,540.00
2011	354,840.00	309,060.00	311,910.00	389,140.00	583,930.00	225,900.00	329,190.00	220,380.00	348,220.00	217,400.00	354,828.00	290,920.00	3,935,718.00
2012	364,060.00	367,060.00	291,980.00	437,660.00	436,120.00	252,520.00	397,060.00	359,560.00	359,845.00	217,035.00	321,050.00	285,540.00	4,089,490.00
2013	359,060.00	-	179,100.00	285,880.00	178,500.00	502,750.00	390,740.00	253,767.00	109,600.00	214,900.00	538,660.00		3,012,957.00

TABLA 8.4.5. CONSUMO DE SOSA CAUSTICA EN LOS AÑOS DE 2008 - 2013

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
2008	158,260.00	269,380.00	596,980.00	311,120.00	276,720.00	276,720.00	1,130,620.00	616,440.00	752,840.00	422,140.00	573,179.00	383,310.00	5,767,709.00
2009	272,960.00	151,500.00	463,700.00	308,340.00	201,417.00	201,417.00	151,120.00	419,080.00	304,640.00	395,080.00	497,280.00	490,690.00	3,857,224.00
2010	227,730.00	303,980.00	338,900.00	264,380.00	188,400.00	188,400.00	338,500.00	226,060.00	270,090.00	459,680.00	387,640.00	602,800.00	3,796,560.00
2011	376,260.00	337,460.00	469,860.00	590,560.00	514,990.00	264,110.00	609,360.00	454,080.00	342,880.00	376,320.00	445,440.00	553,820.00	5,335,140.00
2012	258,188.00	489,300.00	423,510.00	416,060.00	472,140.00	490,640.00	461,820.00	391,140.00	488,740.00	359,970.00	508,710.00	263,680.00	5,023,898.00
2013	528,670.00	316,200.00	241,540.00	425,960.00	516,110.00	116,100.00	227,460.00	490,080.00	347,070.00	627,390.00	481,300.00		4,317,880.00



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Como podemos observar a partir del 2011 el consumo de estos reactivos ha ido incrementando, algunos meses han consumido más que otros, esto es debido también a la demanda de producción, la Refinería ha ido creciendo a través de los años como consecuencia la demanda de agua y de reactivos es mayor, eso quiere decir que el agua a tratar es mayor, por lo tanto el flujo se aumenta la producción de agua para generación de vapor va en aumento, podremos observar el crecimiento en las **gráficas 9.4.1 y 9.4.2**.

El consumo de reactivo en exceso es una pérdida importante hacia la Refinería ya que una pipa de reactivo tiene su costo, y la compra más seguida de estas se ve reflejada en un periodo no muy largo.

Otra afectación importante es la sílice coloidal y la variación de la concentración de la dureza, ya que estas provocan un mantenimiento a los equipos en un periodo largo, cabe hacer mención que es un costo elevado, el mantenimiento de un tanque por reparación no programada implica tener que invertir para poder solucionar el problema, el área donde el costo es mayor es en las calderas y turbogeneradores ya que en el área de las desmineralizadoras de agua, no podría comprarse la reparación de un tanque con camas de resina a la reparación de un deareador, caldera o un turbo generador.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Un problema de manera indirecta que causan estos problemas de sílice y dureza, es el desgaste de los diafragmas, el cambio de estos son los diafragmas actuadores estos son los que se utilizan para la regeneración de las unidades, eso quiere decir que el uso de las válvulas es más constante por lo que el desgaste de los diafragmas será más rápido, únicamente en los meses de agosto a septiembre se hicieron aproximadamente un cambio de 16 diafragmas actuadores en la UDA-2, los diafragmas tienen una duración aproximada de 2 meses antes de que empiecen a deteriorarse o romperse.

Este es un problema generado por la dureza al tener que regenerar las unidades de intercambio iónico más seguidamente, eso implica un gasto para la empresa y en sí, una pérdida al tener que comprar estos diafragmas.

También podríamos posicionarnos del lado del personal operacional o el personal de reparación, ya que al hacer estos cambios de diafragmas la necesidad de personal para poder realizar estos cambios se hace más seguida, lo cual hay que tener que parar algún tren o aprovechar el cambio de estas en la regeneración de la unidad afectada, eso es dependiendo del tipo de válvula a la que se le haya de cambiar el diafragma, el riesgo en estos cambios se hace de mayor gravedad cuando hay que cambiar un diafragma o una válvula que contenga ácido sulfúrico o sosa caustica, ya que al tener concentraciones elevadas puede llegar a causar un daño severo al



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

personal si no se tiene la cautela y el equipo de protección personal adecuado.

Visualizando las tablas de parámetros presentadas con anterioridad, la sílice coloidal es un problema en los sistemas de generación de vapor, esto debido a que causan incrustaciones en los deareadores, caldera o hasta los turbogeneradores, las incrustaciones normalmente se presentan en los tubos de agua o en los alabes, los cual puede llegar a doblarlos, esto implica tener que para un turbo generador, y dale su mantenimiento apropiado.

La generación de vapor para uso en las áreas de proceso y más importante para la generación de energía eléctrica es muy importante en la refinería ya que el uso de energía eléctrica para poder alimentar a las plantas tiene una demanda elevada, de tal manera que si la producción de energía eléctrica se reduce es posible que una de las plantas tenga que quedar fuera de operación, esto implica tener que bajar la producción de la refinería.

La siguiente tabla mostrara el costo de algunos equipos por reparación, costos de piezas indispensables, o costos por ventas de productos.

TABLA 8.4.6.- TABLA DE COSTOS APROXIMADOS

			Costo \$MX
Costo reactivos Tonelada	de por	Ácido Sulfúrico 98%	\$2800.00 Ton
		Sosa Cáustica 50%	\$2100.00 Ton
Costo de Diafragmas de 8" ø de tipo vertedor o actuador			\$11,000.00 c/u



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

Reparación de una CB	\$150,000,000.00
Reparación de un TG	\$60,000,000.00
Mantenimiento / Reparación de las unidades de intercambio iónico	\$70,000,000.00
Reparación de un Turbo Soplador - Compresor	\$70,000,000.00
Costo de Resina Total por Tren en UDAS	\$10,000,000.00

El problema más grande que presento la planta de tratamiento de aguas y la planta de fuerza fue en el 2008, la entrada de las compañías en esas fechas causo un gran problema ya que no estaban familiarizados con los equipos ni con las dosificaciones correctas, no habían elaborado planes de contingencias debido a que desconocían los problemas que se podrían presentar, en este año los valores de la sílice coloidal fueron los más elevados y de igual manera el problema fue mayor.

Los datos obtenidos en el año 2013 no han sido muy elevados a pesar de que los parámetros están fuera de norma, pero a comparación de otros años y a la experiencia de las compañías al poder manejar los problemas causados desde el área del pretratamiento hasta el áreas de generación de vapor el año 2013 no tuvo tantas afectaciones y problemáticas por variación de la concentración de la dureza o por la sílice coloidal.

Para apreciar el daño que ocasiona el agua que no tiene un buen tratamiento, se muestran en la parte de anexos fotografías de años



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

anteriores o problemas que ha dejado la sílice coloidal como también datos de referencia del libro de NALCO para fallas en calderas.

Como observamos en las figuras en la sección de ANEXOS, el mal tratamiento del agua deja sin duda un gran daño en los equipos de generación de vapor, como podemos observar en las imágenes y en las tablas anteriores el daño no solamente afectara a los equipos, si no afecta en la producción de la empresa y sobre todo en cuestiones económicas.

De esta manera podemos mirar en grandes rasgo como un problema por pequeño que se pueda ver al no dosificar bien el agua para su tratamiento por el simple hecho de que se haya agotado el reactivo o hayan querido ahorrar, ese pequeño detalle a la larga se verá reflejada en un problema mayor y en una inversión aun mayor a la que se pudo corregir desde un principio.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

**Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la
concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras**

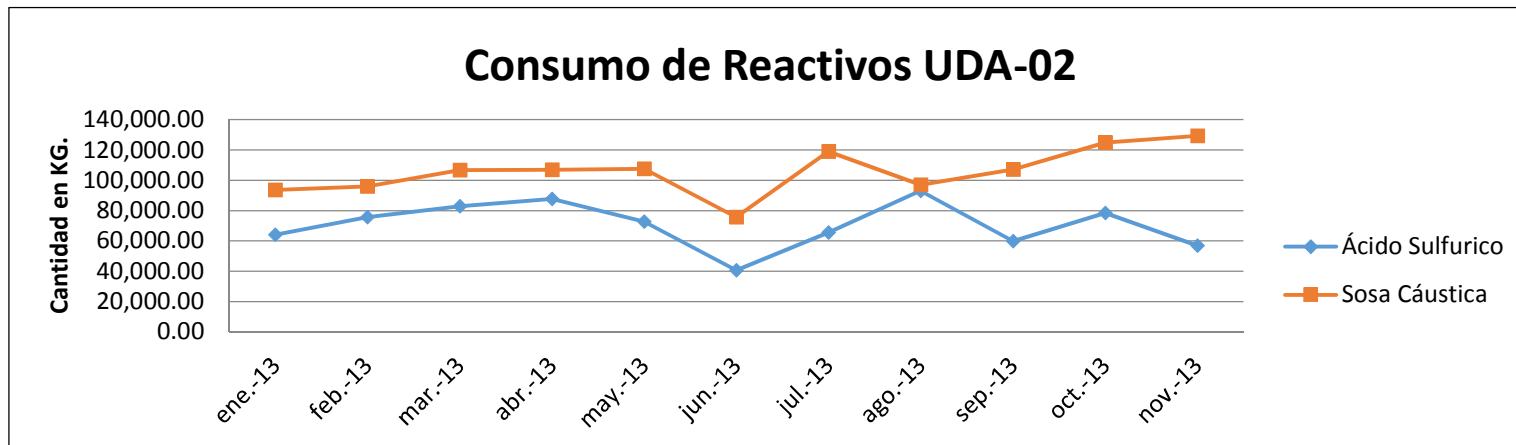
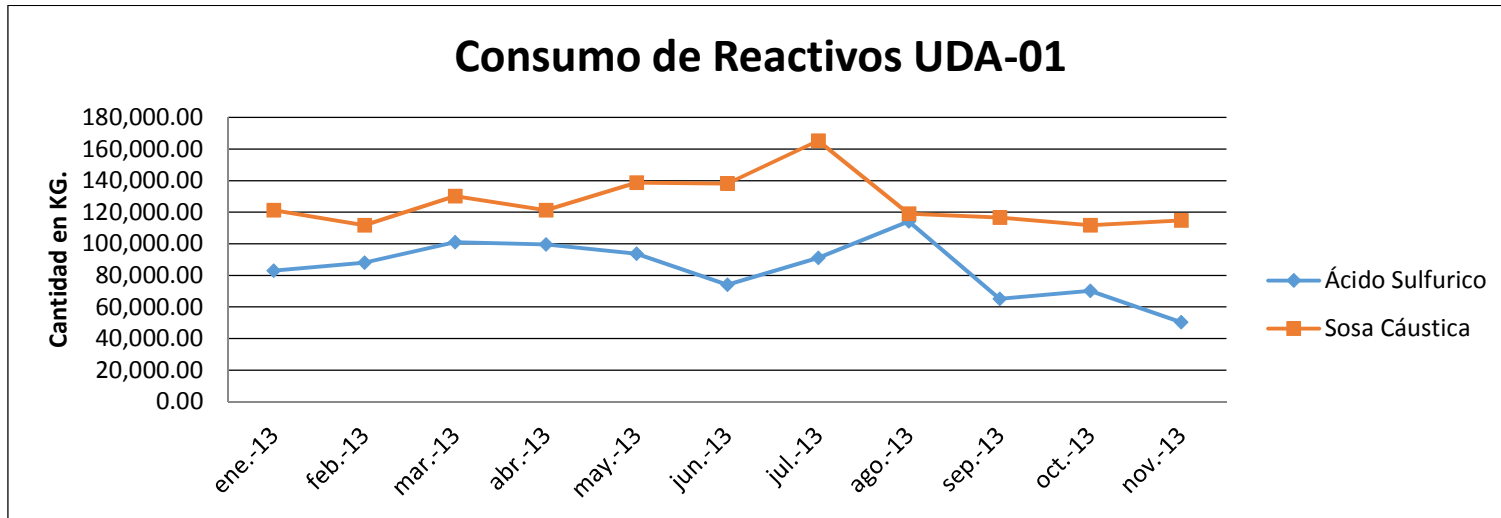
CAPITULO IX.- PLANOS, GRAFICAS Y FOTOGRAFIAS



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

GRAFICAS 9.1 – CONSUMO DE REACTIVOS EN LAS UNIDADES DESMINERALIZADORAS EN LOS MESES DE ENERO – NOVIEMBRE DE 2013

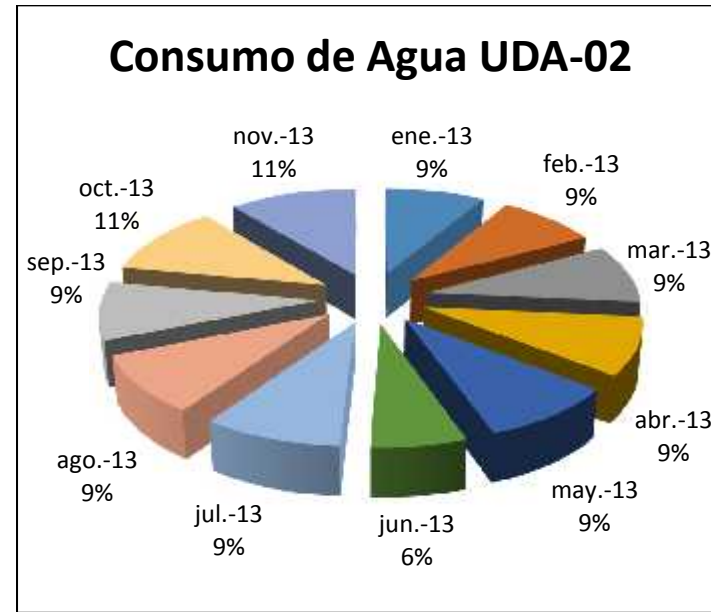
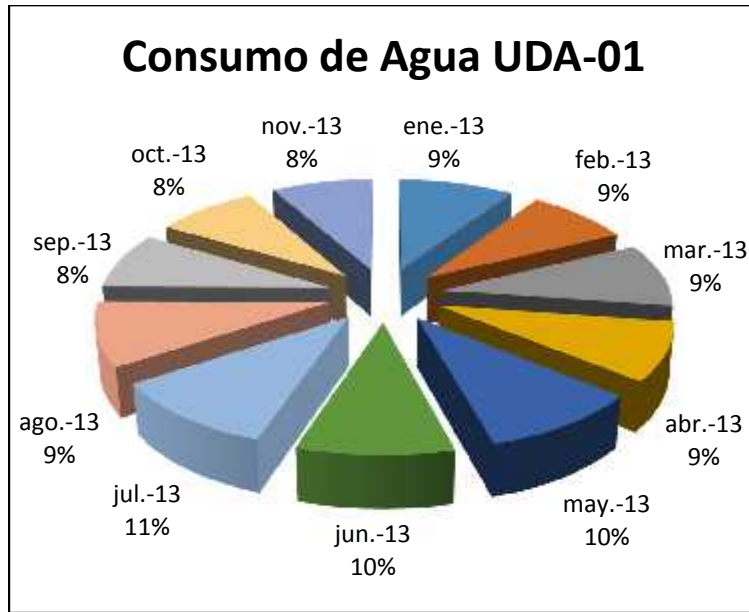




INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

GRAFICAS 9.2.- CONSUMO DE AGUA EN LAS UNIDADES DESMINERALIZADORAS EN EL PERIODO DE ENERO – NOVIEMBRE DEL 2013



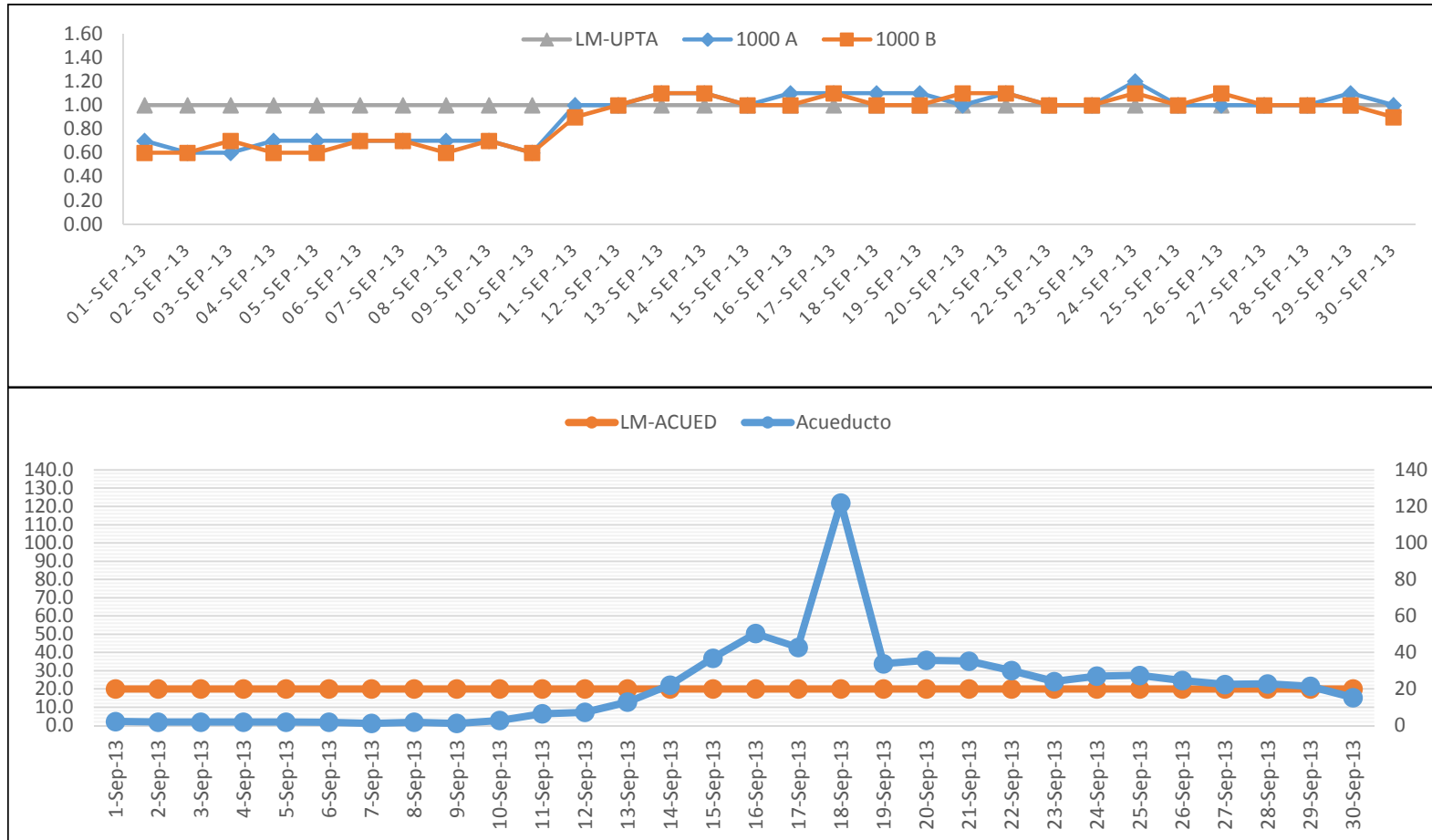
Estas gráficas nos indican que cantidad de consumo de agua se utilizan para su tratamiento químico integral en las unidades desmineralizadoras lo cual la UDA-1 no puede mantenerse constante en los valores casi como las UDA-2 ya que esta tiene menos problemas operacionales que la otra, lo cual la variación de consumo puede aumentarse en un mes por problemas en las UDA-2.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

**GRAFICAS 9.3.1, 9.3.2.- PARAMETROS DEL AGUA EN EL AREA DEL PRETRATAMIENTO SEPTIEMBRE 2013
TURBIDEZ (NTU)**

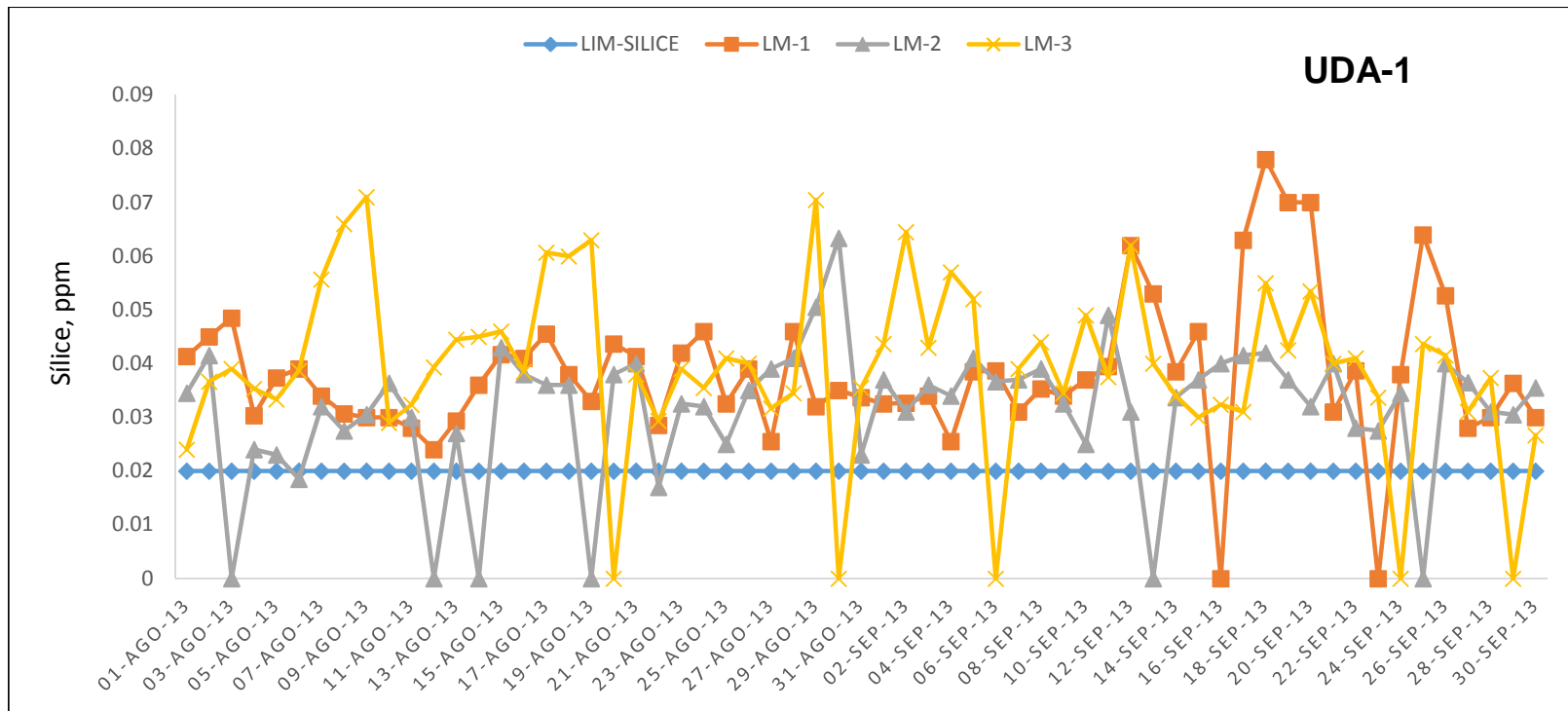




INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

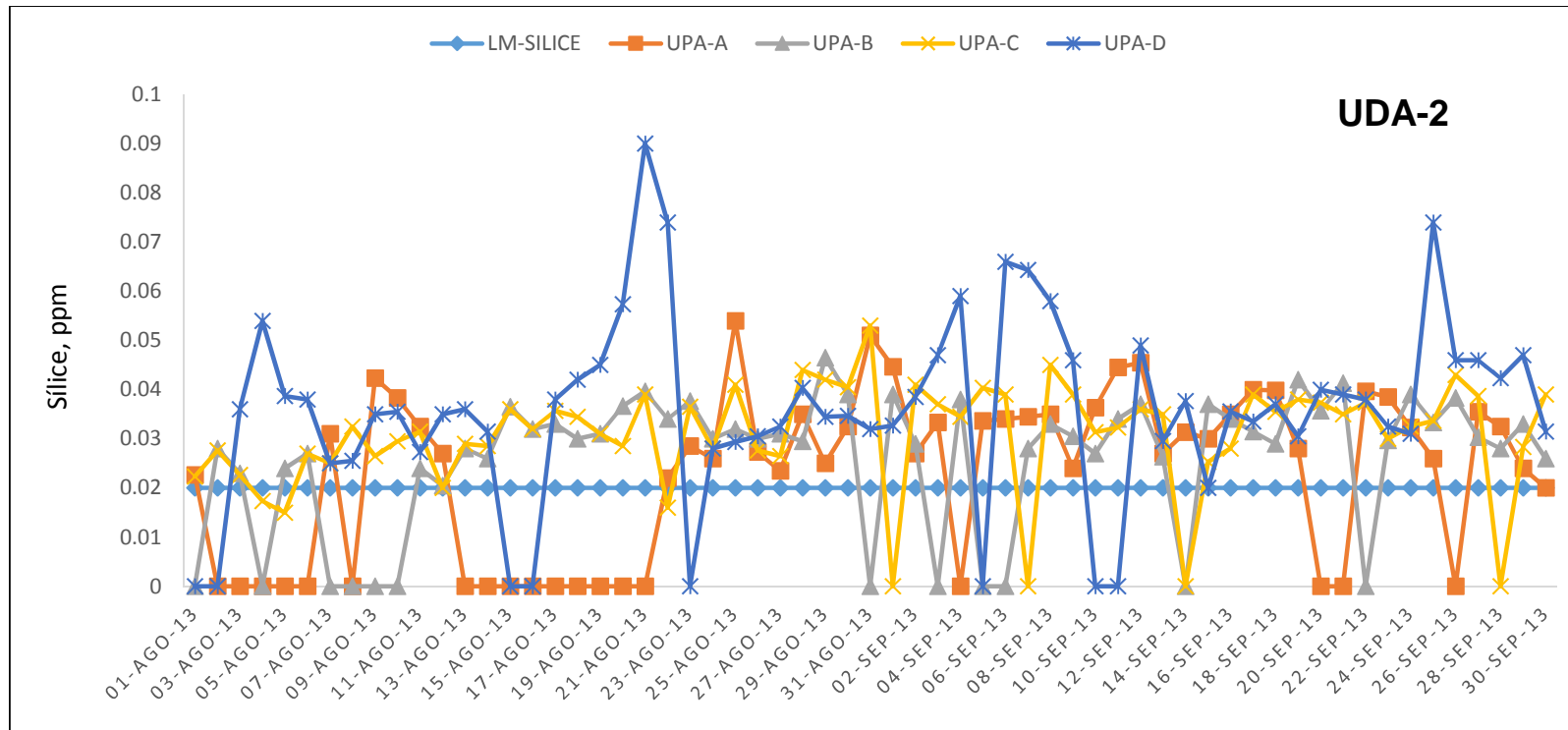
GRAFICAS 9.3.3 VALORES PROMEDIOS DIARIOS RESPECTO A LA SILICE EN LA SALIDA DE LAS UDAS





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

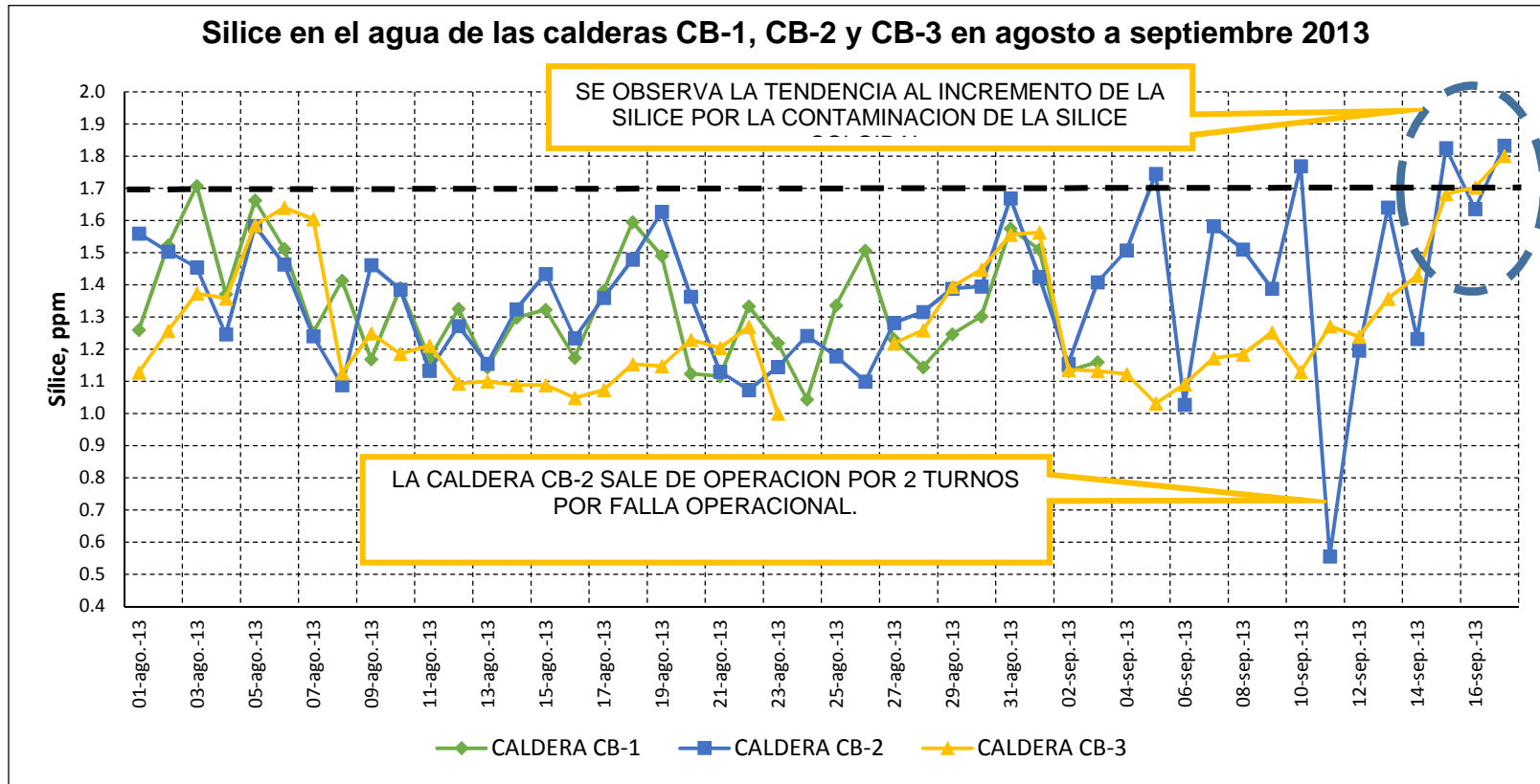




INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

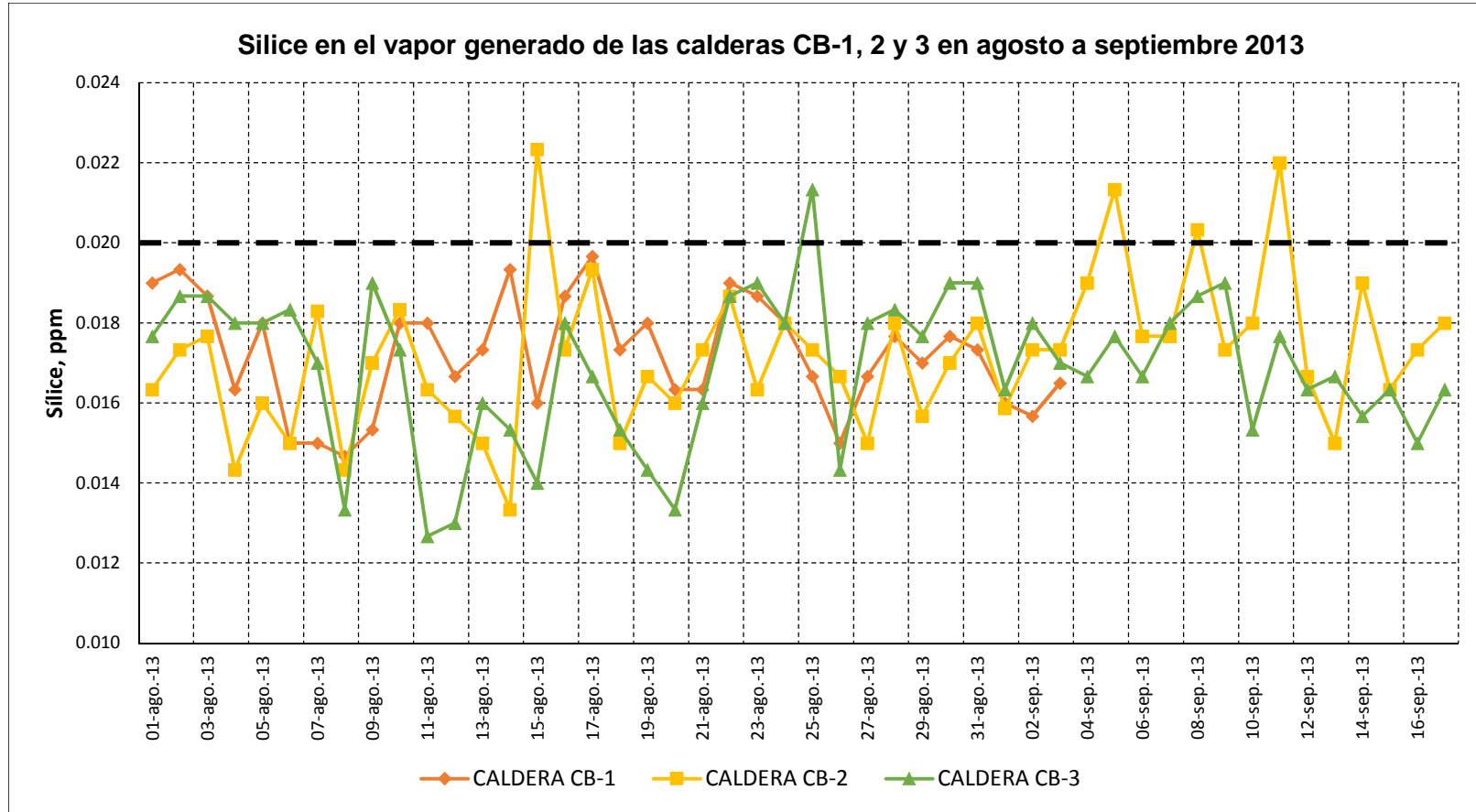
GRAFICAS 9.3.4. RESULTADOS DIARIOS DE LA SÍLICE SOLUBLE (PPM) EN EL AGUA DE LA CALDERA, EN EL VAPOR GENERADO Y ALIMENTACIÓN.





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

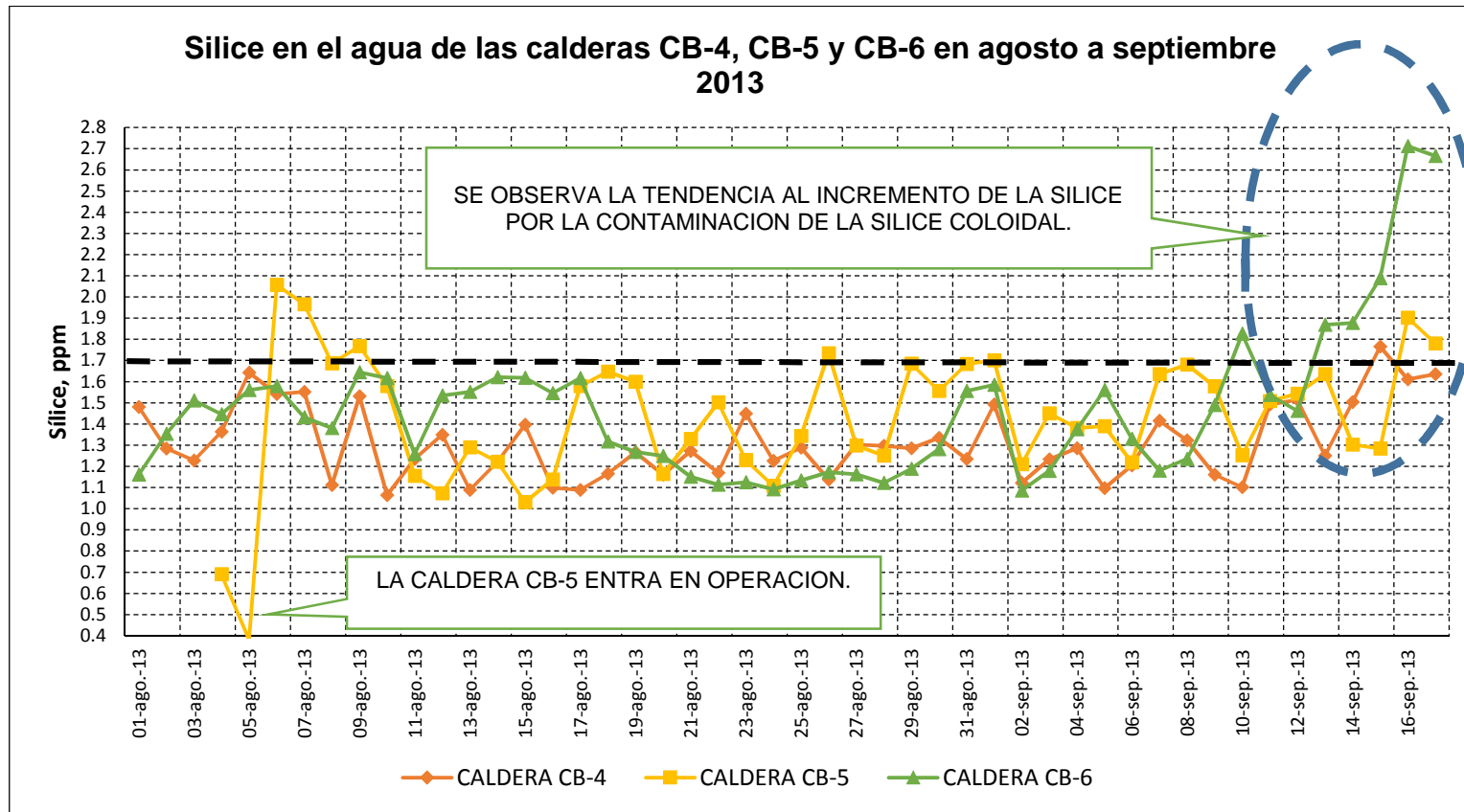
Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

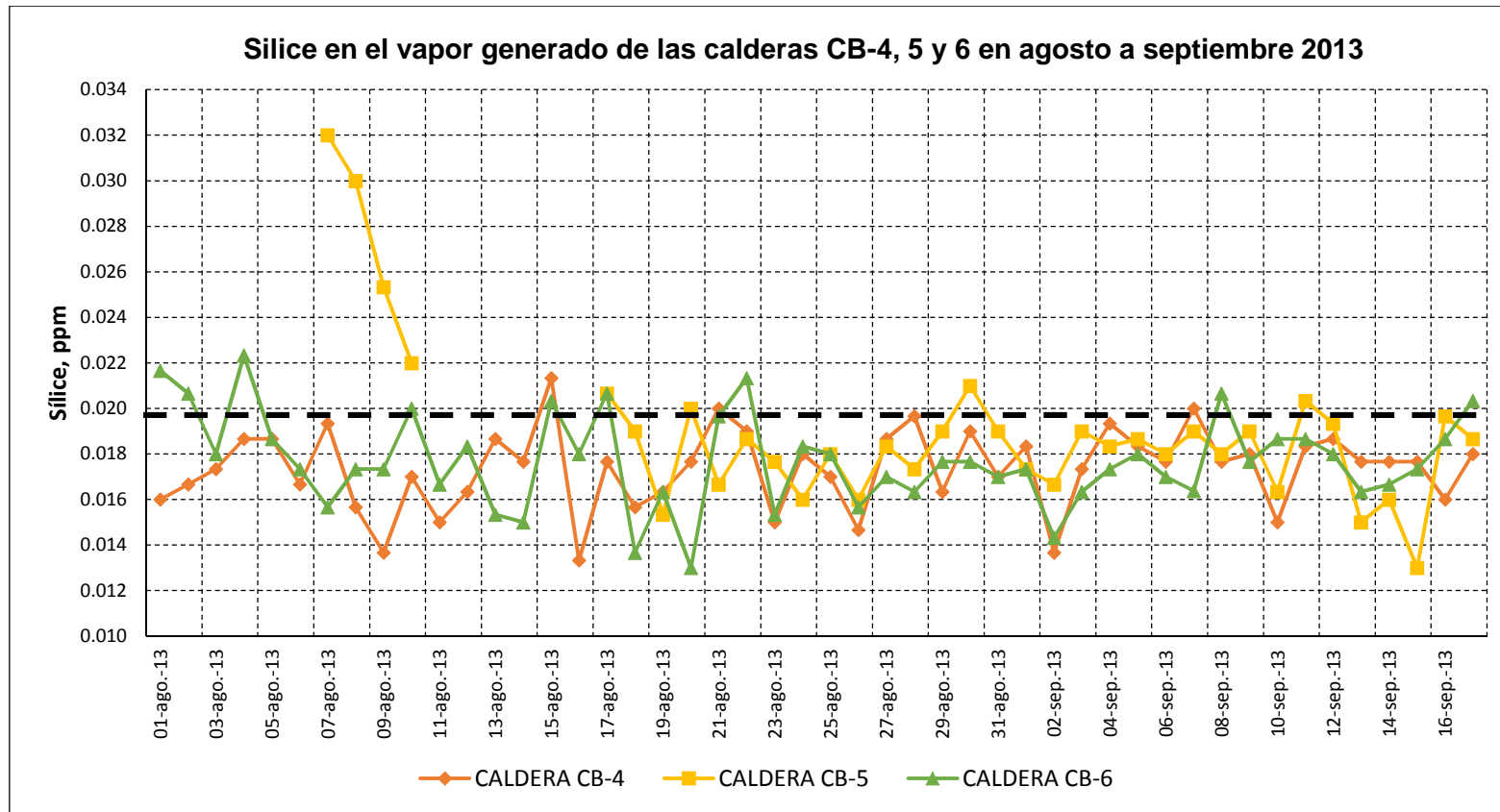


Como puede observarse el incremento de silice fue muy elevada en del 13 al 17 de septiembre lo cual es importante destacar que los valores nos alertan de los posibles causas que se presentaran mas adelante al no atender este problema rapidamente.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras



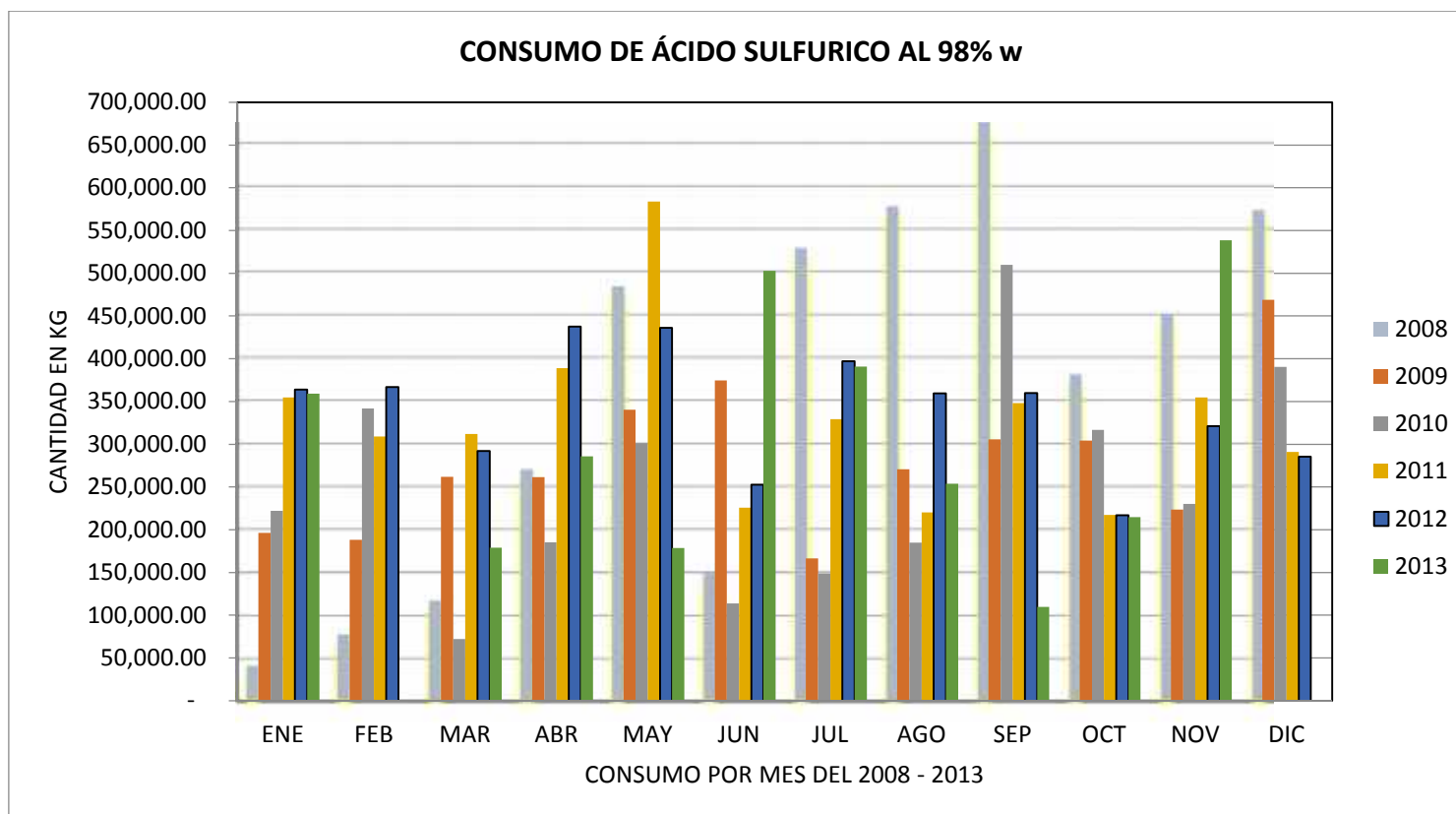
En esta grafica se puede observar que el sílice no sobrepaso de una manera muy impactante lo cual puede indicarse que las tuberías donde se transporta el vapor no tendrá incrustación en un plazo corto.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

GRAFICA 9.4.1.- CONSUMO DE ÁCIDO SULFURICO AL 98% w

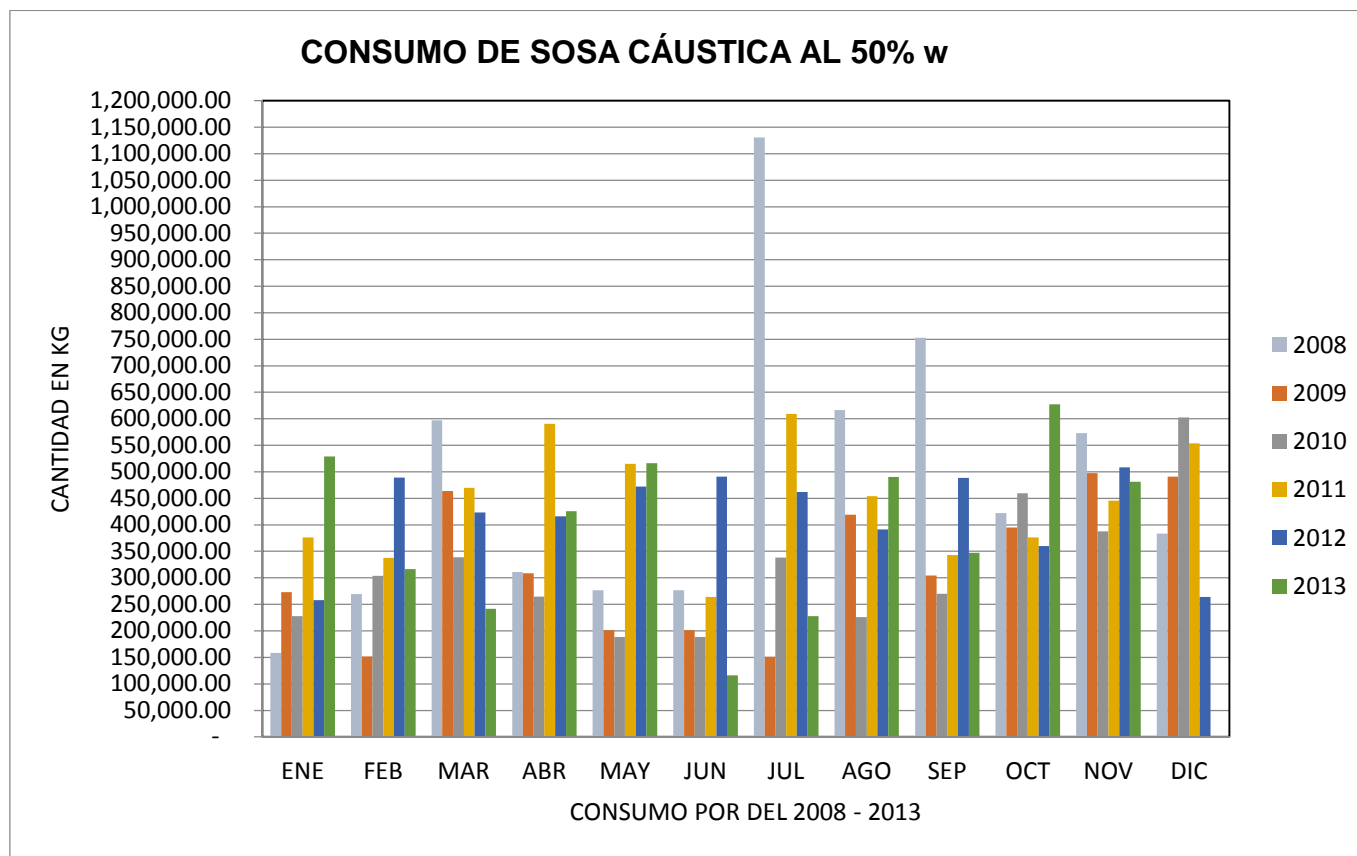




INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

GRAFICA 9.4.2.- CONSUMO DE SOSA CÁUSTICA AL 50% w





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

FOTOGRAFÍAS A CAUSA DE SÍLICE COLOIDAL O INCRUSTACIONES EN LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN DE VAPOR

FIGURA 1.- PICADURAS CAUSADAS POR EL OXIGENO



En estas figuras podemos ver claramente cómo afecta a los sistemas de generación de vapor al no darle en buen tratamiento químico integral, este problema llega al principio en los desgasificadores y descarbonatadores, que son encargados de quitar el oxígeno al agua, que posteriormente son mandados a los deareadores lo cual estos se encargan de remover el oxígeno completamente para no tener esta clase de problemas.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

FIGURA 2.- INCRUSTACIONES POR DUREZA



FIGURA 3.- CORROSIÓN PROVOCA POR EXCESO DE OXÍGENO EN LA CALDERA



Las incrustaciones por dureza son las más comunes en la refinería, esto se debe a que el agua arrastra muchos contaminantes, lodo, basura, animales entre otras cosas, lo cual el área del pretratamiento no puede eliminar la dureza que los parámetros recomiendan, después se envían al áreas desmineralizadoras donde esa se encarga de remover las ultimas partes de dureza que debería de tener el agua pero al no ser capaces de remover el dureza excesiva a la que debería de traer esta pasa y posteriormente los daños se ven a corto plazo en las tuberías.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

FIGURA 4. DEPÓSITO EN EL INTERIOR DE TUBOS DE CALDERAS



FIGURA 5. DEPOSITO DE CARBONATO DE CALCIO



Como se puede observar este es otro caso de dureza en los tubos de agua de las calderas estos depósitos normalmente es de calcio, magnesio y otros minerales lo cual afectan de una manera muy fuerte a los sistemas de generación de vapor

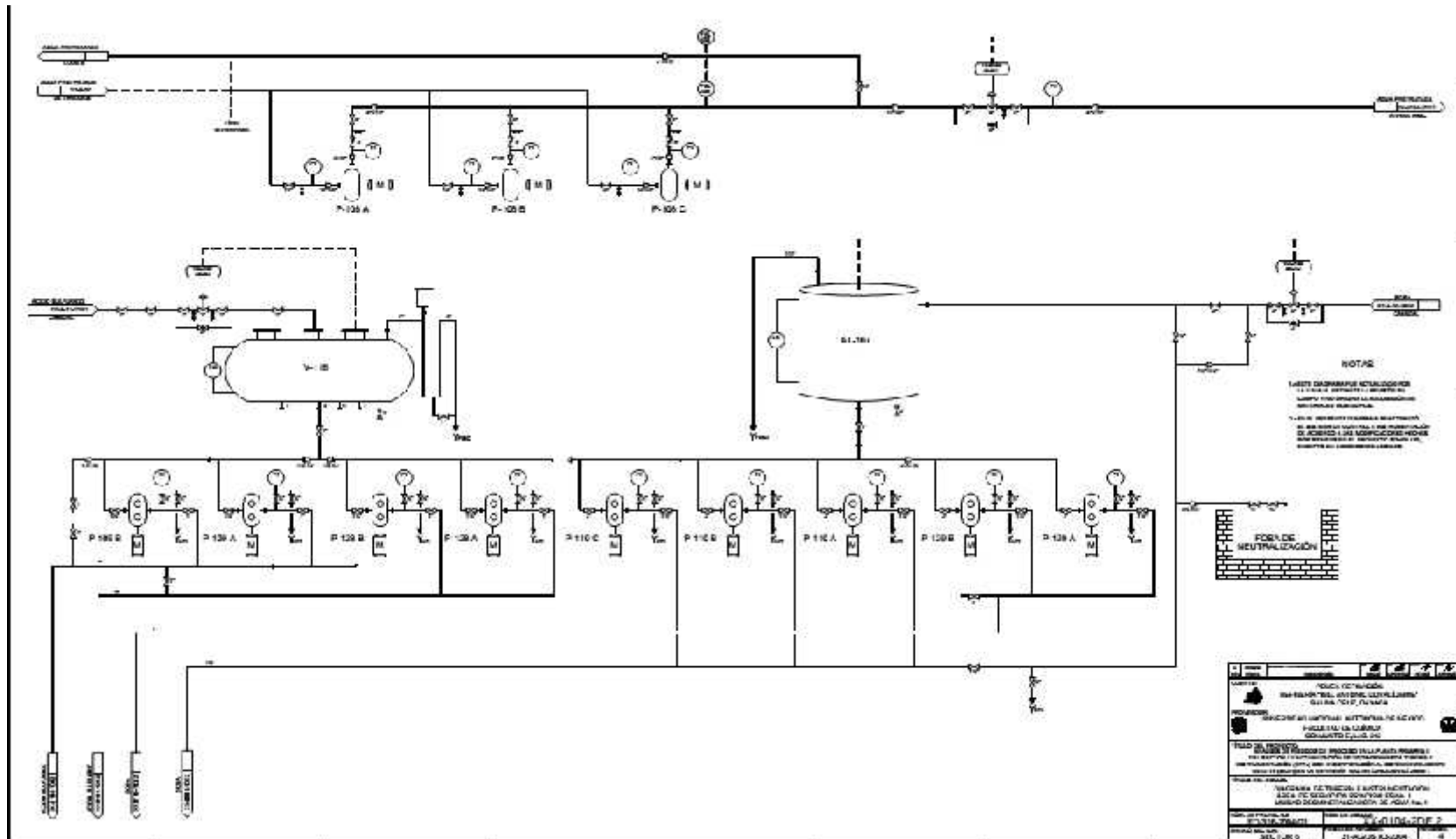


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME" SALINA CRUZ OAX.

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

PLANOS

Diagrama de tubería e instrumentación de reactivos





**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.7.4. CARACTERÍSTICAS DE LA RESINA DE INTERCAMBIO IÓNICO CATIONICA DEBIL

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

FORMA FÍSICA.—Partículas esféricas embarcadas en la forma hidrógeno en condición húmeda.
PESO DE EMBARQUE.—47 lbs/pie² (752 g/l).
CONTENIDO DE HUMEDAD.—43%*.
GRADO DE MALLEO (húmeda).—16 a 50 mallas (U.S. Standard screen).
TAMAÑO EFECTIVO.—0.42 mm.*
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD.—1.75 máx.
HINCHAMIENTO.—65%* de la forma hidrógeno a la Sodio. 25%* de la forma hidrógeno a la Calcio (conversiones completas).
CONTENIDO DE FINOS.—3% máximo a través de malla 50 (U.S. Standard screen).
 * Aproximado.

CONDICIONES SUGERIDAS DE OPERACION

LIMITACION DE pH.—5-14.
TEMPERATURA MÁXIMA.—121°C (250°F).
ALTURA MÍNIMA DE CAMA.—61 cm. (24 pulg.).
REGIMEN DE FLUJO DE RETROLAVADO.—(Ver información).
CONCENTRACION DE REGENERANTE.—(Ver información).
REGIMEN DE FLUJO DE REGENERANTE.—0.25 a 1.0 gal/min/pie² (2 a 8 l/min/l).
NIVEL DE REGENERANTE.—(Ver información).
REGIMEN DE FLUJO DE ENJUAGUE.—Mismo que el de regeneración, inicialmente después puede ser incrementado hasta 1.5 gal/min/pie² (12.0 l/hr/l).
REQUERIMIENTOS DE AGUA DE ENJUAGUE.—Aproximadamente 50 a 75 gal por pie² (6.7 a 10 l/hr/l).
REGIMEN DE FLUJO DE SERVICIO.—1 a 5 gal/min/pie² (8 a 40 l/min/l).
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO.—(Ver información).

NIVEL DE REGENERACION Y CAPACIDAD

La Amberlite IRC-84 contiene grupos ácido carboxílico ligeramente ionizados, muestra una tremenda afinidad por los iones hidrógeno. Por lo tanto los siguientes bajos niveles de ácido pueden ser empleados logrando una regeneración completa y una total capacidad operacional.

HNO ₃	110% de operación	4.0% solución ²
HCl	110% de operación	4.0% solución
H ₂ SO ₄	110% de operación	0.5% solución ¹
H ₂ SO ₃	110% de operación	4.0% solución

¹ Una mayor concentración de ácido, puede ser usada si la concentración de calcio no es significativa.
² Ver sección de información de seguridad.

ANALISIS DE AGUA (PPM CaCO ₃)	Ca-100 Mg- 28 Na-430		HCO ₃ -430 Cl -128		
	INFORMACION DE FUGA				
	% DE CORRIDA PARA 10% ALCALINIDAD (FUGA)				
	20	40	60	80	100
ACIDEZ MINERAL LIBRE	20	12	6	0	0
HCO ₃	0	0	0	13	43
CAPACIDAD	10% ALCALINIDAD		5 PPM DUREZA		
Kgs/p ²	16.8		60		
g/l	38.5		137.4		
ANALISIS DE AGUA (PPM CaCO ₃)	Ca- 3 Mg- 2 Na-300		HCO ₃ 300 Cl - 5		
	INFORMACION DE FUGA				
	% DE CORRIDA PARA 10% ALCALINIDAD (FUGA)				
	20	40	60	80	100
ACIDEZ MINERAL LIBRE	3	0	0	0	0
HCO ₃	—	3	9	20	30
CAPACIDAD	10% ALCALINIDAD		5 PPM DUREZA		
Kgs/Pie ²	12.0		60		
s/l	27.5		137.4		



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.7.5. CARACTERÍSTICAS DE LA RESINA DE INTERCAMBIO IÓNICO CATIONICA FUERTE

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A continuación se enlistan las características físicas típicas de la Amberlite IR-120 Plus.

FORMA FÍSICA.—Dura, resistente a la atrición, amarilla, 10-50 mallas (normas U.S.), partículas esféricas, totalmente hidratadas.

PESO DE EMBARQUE.—53 libras por pie cúbico—forma sodio 24.09 (kg/pie³), 50 libras por pie cúbico—forma hidrógeno (22.72 kg/p³).

CONTENIDO DE HUMEDAD.—45%*.

TAMAÑO EFECTIVO.—0.50 mm.*

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD.—1.6 máximo.

DENSIDAD.—51 libras por pie cúbico.

VOLUMEN VACIO.—35 a 40%.

* Aproximado.

CONDICIONES DE OPERACION SUGERIDAS

(Ciclo: forma sodio o hidrógeno)

pH	1.0 a 14.0
Temperatura máxima	121°C (250°F)
Altura mínima del lecho	61 cms. (24 pulgadas)
Flujo de retrolavado	Ver información detallada
Flujo de enjuague	2 gal/pie ² /min. (16 *VR/Hr)

* VR = Volumen de resina.

OPERACION DE CICLO HIDROGENO

Las condiciones de regeneración recomendadas para el ciclo de operación hidrógeno de la Amberlite IR-120 Plus se enlistan a continuación.

CONCENTRACION DEL REGENERANTE.—1 a 5% H₂SO₄ o 4 a 10% HCl.

FLUJO REGENERANTE.—0.5 a 1.0 gal/pie²/min. (4 a 8 VR/Hr).

FLUJO DE ENJUAGUE.—Inicialmente igual al flujo de regenerante, después puede aumentarse a 1.5 gal/pie²/min. (12 VR/Hr).

REQUERIMIENTOS AGUA DE ENJUAGUE.—25 a 75 gal/p³. (3.4 a 10.1 VR).

REGENERACION.—Las tablas que se presentan a continuación muestran la relación que hay entre capacidad y niveles de ácido sulfúrico y clorhídrico para la regeneración. La concentración de ácido sulfúrico usado después del agotamiento con NaCl fue del 10%. Después del agotamiento con CaCl₂, se regenera con 2% del ácido sulfúrico para evitar precipitación de sulfato de calcio. Una solución al 10% de ácido clorhídrico se usó en el estudio de agotamiento con NaCl y CaCl₂ en ambos casos.

Regeneración con ácido

Solución de agotamiento (ppm como CaCO ₃)	Nivel de regeneración		Capacidad	
	lbs de 66°C como H ₂ SO ₄ por pie ² de resina	g ácido/L resina	kgr como CaCO ₃ pie ² resina	gCaCO ₃ /L
500 ppm NaCl	5.0	80	17.7	40.5
	10.0	160	27.3	62.6
	20.0	320	34.0	78.0
500 ppm CaCl ₂	5.0	80	11.0	25.1
	15.0	240	22.0	51.6
	25.0	400	27.0	63.0



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.7.6. CARACTERÍSTICAS DE LA RESINA DE INTERCAMBIO IÓNICO ANIONICA DEBIL

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A continuación se enlistan las características físicas típicas de la Amberlite IRA-93.

FORMA FÍSICA.—Uniforme, resistente a la atrición, partículas esféricas, embarcados en la forma de base libre en una condición húmeda.

PESO DE EMBARQUE.—38 lbs/pie cúbico (610 g/l).

CONTENIDO DE HUMEDAD.—58% * como se embarca después de un ciclo de regeneración-Agotamiento.

TAMAÑO DE MALLA (HUMEDA).—16-50 mallas (norma U.S. estándar).

TAMAÑO EFECTIVO.—0.40 a 0.50 mm. Este rango fue establecido para proporcionar características hidráulicas óptimas y alta capacidad.

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD.—2.0 máximo.

HINCHAMIENTO.—Aproximadamente 23% del hinchamiento reversible sobre la conversión completa de la base libre a la forma cloruro y sulfato (1% por Kgr./pie cúbico de capacidad de intercambio) 10 a 12% de hinchamiento irreversible durante el primer ciclo.

CONTENIDO DE FINOS.—Máximo 1.3% a través de la malla 50 norma U.S. estándar.

* Aproximado.

CONDICIONES DE OPERACION RECOMENDADAS

Límite pH	0-7
Temperatura máxima	100°C (212°F)
Altura mínima del lecho	61 cm. (24 pulgadas)
Flujo de retrolavado	Ver información detallada
Concentración de regenerante	4%
Flujo de regenerante	0.5 a 1.0 gal/pie cúbico/minuto (4-8 VR/Hr.)
Nivel de regeneración	Ver información detallada
Flujo de enjuague	Un volumen de resina al flujo de regeneración para desplazar el regenerante y después 1.5 gal. por pie cúbico por minuto (12 *VR/Hr.)
Requerimientos agua de enjuague	25-50 gal/pie cúbico (3-6 *VR/Hr.)
Flujo de servicio	1-5 gal/pie cúbico/min. (8-40 *VR/Hr.)
Capacidad de intercambio	Ver información detallada

* VR = Volumen de resina.

NIVEL DE REGENERACION Y CAPACIDAD

Diferente a muchas otras resinas débilmente básicas, la capacidad de intercambio de la Amberlite IRA-93 no se altera por los cambios en la composición del agua influente. Un mínimo de 19 kilogramos (como CaCO₃) por pie cúbico de resina puede ser esperada con las siguientes cantidades de regenerantes:

Substancia	Lbs./pie cúbico	g/l
Hidróxido de sodio	2.7	43
Hidróxido de amonio	2.4	38
Amonio (anhidro)	1.2	19
Carbonato de sodio	3.6	58



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

7.7.7. CARACTERÍSTICAS DE LA RESINA DE INTERCAMBIO IÓNICO ANIONICA FUERTE

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A continuación se enlistan las características físicas típicas de la Amberlite IRA-402.

FORMA FÍSICA.—Uniforme, resistente a la atrición, partículas esféricas embarcadas en la forma salina cloruro, en condición húmeda.

PESO DE EMBARQUE.—43 lbs. por pie cúbico (690 g/D).

CONTENIDO DE HUMEDAD.—54%.*

TAMARO DE MALLA (HUMEDA).—16 a 50 mallas (norma U.S. estándar Screen).

CONTENIDO DE FINOS.—1% * a través de malla 50 norma U.S. estándar Screen).

HINCHAMIENTO.—Máximo 22% sobre la conversión completa de la resina de la forma cloruro a la forma hidróxido.

TAMARO EFECTIVO.—0.50 mm.*

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD.—1.5.*

* Aproximado.

CONDICIONES DE OPERACION RECOMENDADAS

A continuación se describen las condiciones de operación para la Amberlite IRA-402.

Límite pH	Ninguno
Temperatura máxima (forma hidróxido)	60°C (140°F)
(forma cloruro)	77°C (170°F)
Altura mínima del lecho	61 cm. (24 pulgadas)
Flujo de retrolavado	Ver información detallada
Concentración de regenerante	4% NaOH
Flujo de regenerante	0.25-1.0 gal/pie cúbico/min. (2-8 *VR/Hr.)
Nivel de regeneración	Ver información detallada
Flujo de enjuague	Un volumen de resina al flujo de regeneración para desplazar el regenerante y después 1.5 gal. por pie cúbico por minuto (12 *VR/Hr.)
Requerimientos agua de enjuague	40-90 gal. por pie cúbico, aprox. 75 gal. por pie cúbico (10 *VR.)
Flujo de servicio	2-5 gal./pie cúbico/min. (16-40 *VR/Hr.)
Capacidad de intercambio	Ver información detallada

* VR = Volumen de resina.

NIVEL DE REGENERACION Y CAPACIDAD

El nivel de regeneración empleado dependerá de la capacidad requerida en el ciclo de operación. La fuga de aniones que puede ser tolerada durante el servicio por consideraciones económicas. La relación entre la capacidad de la Amberlite IRA-402 y varios ácidos como una función del nivel de regeneración se ilustra en la tabla de remoción de ácidos que se presenta a continuación.

Lbs. de NaOH/Pie ³ de resina	CAPACIDAD (Kgr. como CaCO ₃ /P ³ de RESINA)						
	HCl	H ₂ SO ₄	H ₂ SiO ₃	H ₂ CO ₃	HNO ₃	H ₃ PO ₄	CH ₃ COOH
2	9.0	11.3	—	16.0	4.7	14.0	13.9
4	12.0	14.6	12.6	19.0	7.9	16.1	19.8
8	14.9	17.5	16.7	21.3	11.3	18.4	23.4
10	17.0	19.6	18.9	21.7	13.0	19.8	25.2
12	20.1	22.9	22.0	22.0	15.6	21.8	27.0



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

**Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la
concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras**

CAPITULO X.-

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

CONCLUSIÓN.

Por lo tanto se puede concluir que en año 2013 el consumo de reactivos es mayor en la UDA-1 por problemas de operación, se puede observar el impacto que dejan al no tener un buen sistema químico integral en el agua.

Por estos motivos las fallas causadas en las unidades Desmineralizadoras de agua y calderas generan pérdidas en las industrias que necesiten la generación de vapor.

La identificación de las fallas presentes en el trabajo ayuda a tener un conocimiento de la causa y poder evitar a futuro que esta se repita debido a la magnitud de las consecuencias.

Las formas de evitar estas fallas deben de considerarse dentro de las actividades de operación y mantenimiento de los equipos.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda el mantenimiento de los equipos de dosificación en el área del pretratamiento, revisión y mantenimiento cada mes.
2. El mejoramiento del sistema de dosificación en los tanques de preparación del polímero, ya que es un método análogo por medio de una regleta, lo cual no tiene una buena certeza, y al cambiarlo por un sistema de dosificación por medio de analizadores que dosifiquen la cantidad correcta de acuerdo a los parámetros que contenga el agua, de esta manera el uso de reactivos sería de una manera más exacta y el gasto sería menor habiendo un ahorro para la refinería y el área del pretratamiento.
3. El arreglo, reparación y mantenimiento de los filtros de arena en el área del pretratamiento, se recomienda hacer una reparación ya que únicamente se cuenta con 3 filtros disponibles de los 14 existentes, esto ayudaría a darle una mejor calidad del agua para no gastar tanto reactivo.
4. Implementar el uso de reactivos nuevos, coagulantes o ayuda coagulante, para la retención de la sílice coloidal y dureza, de esta igual manera implementar un plan de contingencia por turbidez, sílice coloidal y dureza elevada para pretratar y así cumpla en su mayoría los parámetros recomendados.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

5. Se recomienda capacitar al personal operacional cada 6 meses en nuevas tecnologías de igual manera actualizar los manuales para todo personal, esto ayudaría a problemas que presente la refinería como son problemas de variación de concentración o sílice al entrar en los sistemas de intercambio iónico.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME” SALINA CRUZ OAX.**

Afectaciones en la calidad del agua superficial por variaciones de la concentración de la dureza y sílice a las plantas Desmineralizadoras

11.- CITAS BIBLIOGRAFICAS

- MANUAL DE UDA-1 BABCOCK & WILCOX DE MEXICOL
- MANUAL DE UDA II ETRAZA
- MANUAL DE OPERACIÓN DE TRATAMIENTO QUIMICO INTEGRAL NALCO
- MANUAL DE OPERACIÓN DE TRATAMIENTO QUIMICO INTEGRAL OPTA CALDERAS
- MANUAL DE OPERACIÓN DE TRATAMIENTO QUIMICO INTEGRAL OPTA TORRES
- MANUAL DE OPERACIÓN DE TRATAMIENTO QUIMICO INTEGRAL APOLLO

12.- BIBLIOGRAFIA

- http://143.101.1.11/SIDTI_SC/SIDTI.html “SISTEMA DE INFORMACION DE DIAGRAMAS TECNICOS INTELIGENTE” REFINERIA “ING. ANTONIO DOVALI JAIME” SALINA CRUZ, OAXACA.