



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS**

**“ARRANQUE, PRUEBAS Y OPERACIÓN DE LA PLANTA PTAN DE LA
REFINERÍA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME”**

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

ALUMNO:

RICARDO VELAZQUEZ PENAGOS

ASESOR INTERNO:

ING. JOSE LUIS ESCOBAR VILLAGRAN

ASESOR EXTERNO:

ING. LETICIA B. SEGURA SALGUERO

REVISORES:

ING. ROBERTO VÁZQUEZ SOLÍS

ING. MARCO ANTONIO MAZARIEGOS MORALES

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS

ENERO 2019

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradezco a dios por ponerme en el camino a todas las personas que me han dado las enseñanzas para formarme como persona y profesionista.

A mis Familiares, amigos por su apoyo y tiempo brindado para la realización de este proyecto.

A la Ing. Leticia Berenice Segura Salguero por apoyarme con sus conocimientos y consejos, además de la supervisión que me brindó durante la realización del proyecto.

A la Ing. Alejandra Vera Franco por todo el apoyo y consejos que me brindó durante mi estancia de residencia.

Al Ing. José Luis Escobar Villagran por apoyarme con sus asesorías internas de mi trabajo de residencia profesional.

RESUMEN

El presente trabajo se realizo para proponer un arranque del proceso de la planta de tratamiento de aguas negras del municipio de Salina Cruz, Oaxaca. De tal forma que se permita rehabilitar la planta completa mientras se usa un tren de operación.

Se describe los parámetros y las características de los equipos que se usan en el proceso, también se realizaron diagramas de flujo de la planta y de un tren de operación.

Mediante un diagnostico se creó una secuencia de mantenimiento de los equipos para posteriormente iniciar un arranque de la planta, también un procedimiento por falla eléctrica.

A continuación, se describe el trabajo llevado a cabo mediante la observación y el análisis de la estructura de la planta.

INDICE

	PAGINA
AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	III
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	2
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
1.2 MISIÓN.....	3
1.3 VISIÓN	3
1.4 MACRO LOCALIZACIÓN	4
1.5 MICRO LOCALIZACIÓN	5
1.6 ORGANIGRAMA DEL ÁREA DEL PROYECTO	6
1.7 PROBLEMAS A RESOLVER	7
1.8 ALCANCES Y LIMITACIONES	7
1.9 OBJETIVOS.....	8
1.10 JUSTIFICACIÓN	8
CAPITULO II	9
2.1 MARCO TEORICO	9
2.1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME”	12
2.1.2 DE DONDE PROVIENE EL AGUA QUE LLEGA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO	13
2.1.3 DESCRIPCION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS USANDOS EN LA PLANTA.....	14
CAPITULO III	17
3.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS: 17	
3.1.1 CARACTERIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS.....	17
3.1.2 ELABORACION DE DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS NEGRAS	17
DESARROLLO:.....	17
3.1.3 DIAGNOSTICO FISICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS NEGRAS.....	18
3.1.4 ELABORACION DE PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE LA PLANTA ...	18

3.1.5 ELABORACION DE PROCEDIMIENTO DE ATENCION A PARO FALLA ELECTRICA.....	19
CAPITULO IV	20
4.1 CARACTERIZACION	20
4.1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA RESIDUAL Y SUS PROCEDENCIAS.....	23
4.1.3 PARÁMETROS EN LA CARACTERIZACIÓN	25
4.1.4 PARÁMETROS DEL PROCESO	29
4.1.5 REACTIVOS USADOS EN EL PROCESO	30
4.1.6 CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS USADOS EN EL PROCESO....	31
4.2 IMPORTANCIA DE LOS DIAGRAMAS FLUJO	37
4.3 DIAGNOSTICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS	38
4.3.1 COMO SOLUCIONAR EL PROBLEMA.....	41
4.3.2 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO EN SECUENCIA DE PRIORIDAD .	42
4.4 ELABORACION DE PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE LA PLANTA.	42
4.4.1 PROPUESTA PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL PROCESO	43
4.4.2 EQUIPOS Y ENERGIA ELECTRICA USADA EN UN TREN PROCESO 44	
4.4.3 LA SECUENCIA DE ARRANQUE DE LA PLANTA CON EL SUBGENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA	46
4.4.4 LA SECUENCIA DE ARRANQUE DE LA PLANTA CON EL GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	47
4.4.5 OPERACIÓN	48
4.5 PROCEDIMIENTO DE ATENCIÓN POR FALLA ELÉCTRICA.....	54
4.5.1 QUE HACER AL PRESENTARSE UNA FALLA ELÉCTRICA EN LA PLANTA.....	55
4.5.2 ACCIONES AL RESTABLECIMIENTO DE SUMINISTRO NORMAL DE ENERGÍA.....	55
4.5.3 LOCALIZACIÓN DE FALLAS ELÉCTRICAS EN LOS EQUIPOS	56
CAPITULO V	57
5.1 CONCLUSIÓN	57
5.2 RECOMENDACIONES	58
CAPITULO VI	58
6.1 COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS.....	58
6.2 GLOSARIO.....	59
CAPITULO VII	65
7.1 FUENTES DE INFORMACION	65
7.2 ANEXOS	66
1) DIAGRAMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS.....	66

2) DIAGRAMA DE UN TREN DE PROCESO DEL TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS.....	67
3) LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA PTAN.....	68
4) PROGRAMA EXCEL DEL DIAGRAMA DE PROCESO.....	69
5) CALCULOS USADOS EN EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	TÍTULO	PÁGINA
Figura 1.	Macro localización (Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, 2008)	4
Figura 2.	Micro localización de la refinería (Google Maps, 2018).....	5
Figura 3.	Organigrama Del Área Del Proyecto (Presentación 2018).....	6
Figura 4.	Diagrama de proceso de PTAN de Salina Cruz, Oaxaca.....	9
Figura 5.	Diagrama de bloques del proceso.....	12
Figura 6.	Imagen de donde proviene el agua que llega al proceso	13
Figura 7.	Diagrama de los contaminantes eliminados en el proceso (presentación, 2016)	23
Figura 8.	Dibujo con características del Cárcamo de bombeo CR-1104.....	31
Figura 9.	Dibujo con características del Desarenador - Desengrasador DES-1110/1111.	32
Figura 10.	Dibujo con características de la Anoxia - Aeración TQA – 1209/1210.	33
Figura 11.	Dibujo con características del Clarificador de succión CRF – 1311/1314.	34
Figura 12.	Dibujo con características de los Filtros de arena FA-1411/1421/1431. ..	35
Figura 13.	Dibujo con características del Tanque de agua tratada TQ - 1403	35
Figura 14.	Dibujo con características del Tanque de biolodos TQ - 1317.....	36
Figura 15.	Dibujo con características del Tanque de desecho TQ – 1407.....	36
Figura 16.	Diagrama propuesta de arranque.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

No.	TÍTULO	PÁGINA
Tabla 1.	Información sobre las propiedades físicas del agua residual	23
Tabla 2.	Información sobre gases del agua residual	23
Tabla 3.	Información sobre bacterias del agua residual	24
Tabla 4.	Información sobre constituyentes químicos orgánicos del agua residual.....	24
Tabla 5.	Información sobre constituyentes químicos inorgánicos del agua residual.....	24
Tabla 6.	Características del agua negra a tratar	25
Tabla 7.	Características del Desbaste fino RC-1106.....	32
Tabla 8.	Características de la banda transportadora	32
Tabla 9.	Información sobre el contenedor de sólidos	32
Tabla 10.	Información sobre contenedor cárcamo de recirculación	33
Tabla 11.	Formación sobre el Tanque de selección TQ-1119.....	33
Tabla 12.	Información sobre el Tanque de agua clarificada	34
Tabla 13.	Información sobre el tanque de biolodos.....	34
Tabla 14.	Información sobre el espesamiento de lodos	36
Tabla 15.	Información sobre el Tanque digestor de lodos.....	37
Tabla 16.	Diagnostico de la subestación eléctrica	38
Tabla 18.	Diagnostico de las bombas del proceso	39
Tabla 19.	Diagnostico de la rejilla de desbaste fino.....	39
Tabla 20.	Diagnostico del aireador del reactor microbiológico	40
Tabla 21.	Diagnostico del equipo soplador	40
Tabla 22.	Diagnostico del filtro de arena.....	40
Tabla 23.	Diagnostico del clarificador	41
Tabla 24.	Diagnostico del sistema motriz del clarificador	41
Tabla 25.	Equipos de un tren de proceso con la energía requerida para el arranque.	45
Tabla 26.	Equipos necesarios para controlar el proceso.....	45

INTRODUCCION

La importancia de mantener el agua limpia ha hecho que el ser humano desarrollara procesos de tratamientos de agua residuales, ya que esto implica una reducción de la contaminación al medio ambiente.

El agua contaminada se pasa por procesos físico, químicos o biológicos mediante los cuales se trata de eliminar contaminantes presentes en el agua, ya que estas vienen de fuentes domesticas las cuales pueden alterar el medioambiente como por ejemplo las aguas subterráneas, fluviales y marinas.

Los beneficios no solo son para la reducción de contaminación del medio ambiente, estas también contienen beneficios económicos ya que puede ser usadas en la industria, para la alimentación de equipos de proceso.

El presente trabajo pretende encontrar una solución al problema de la planta de tratamiento de aguas negras de la Refinería “Ing. Antonio Dovalí Jaime”, mediante una propuesta de mantenimiento para su puesta en marcha del proceso.

CAPITULO I

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El área donde fue construida la Refinería "Ing. Antonio Dovalí Jaime" de Petróleos Mexicanos, 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, Oaxaca, 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 infraestructura de almacenamiento para exportación de petróleo crudo para algunos países de oriente.

La refinería se encuentra localizada en una superficie total de 600 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.

(PEMEX, 2018)

1.2 MISIÓN

Satisfacer la demanda nacional de productos petrolíferos y maximizar el valor económico de la empresa, mediante la operación y el desarrollo eficiente, competitivo y sustentable, para atender las necesidades de sus clientes y contribuir al fortalecimiento global de Pemex, en un marco de seguridad industrial.

(PEMEX, 2018)

1.3 VISIÓN

Pemex refinación debido a su excelencia y productividad abastece la demanda nacional y participa en el mercado internacional con productos de calidad que generan resultados financieros positivos y mantiene los más altos estándares de seguridad y protección al medio ambiente.

(PEMEX, 2018)

1.4 MACRO LOCALIZACIÓN

La refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime se encuentra en el golfo de Tehuantepec, al sureste de México, en el estado de Oaxaca. (Figura No.1)



Figura 1. Macro localización (Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, 2008)

1.5 MICRO LOCALIZACIÓN

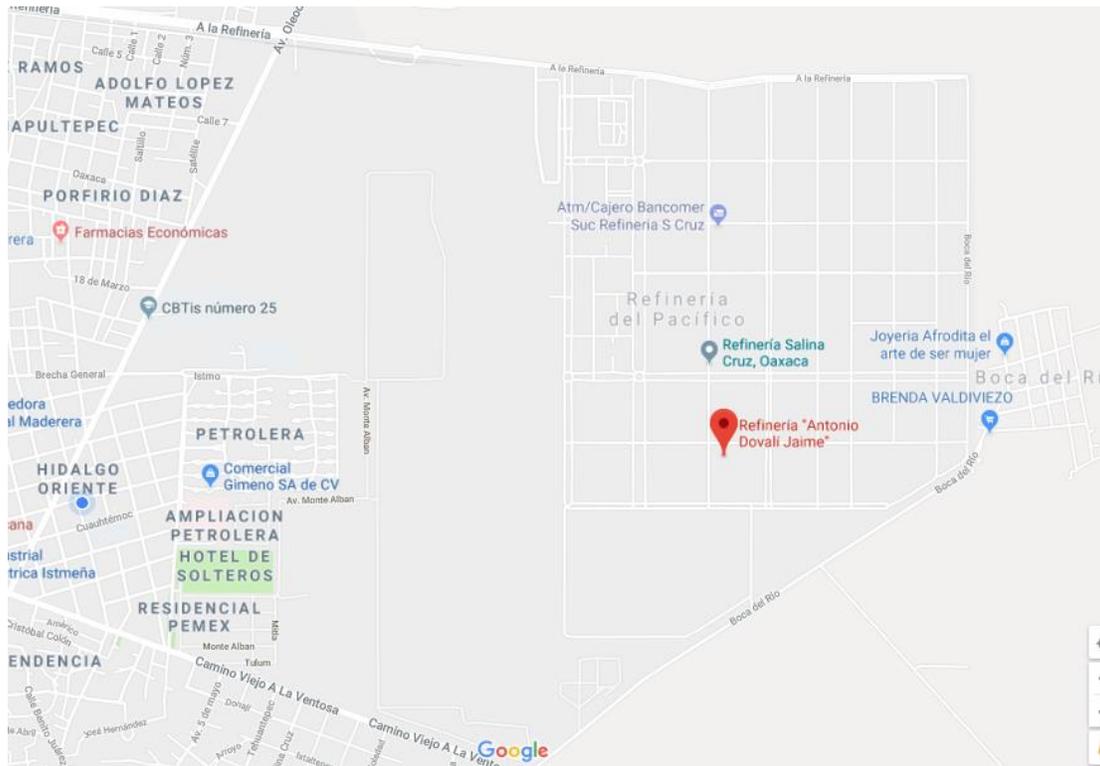


Figura 2. Micro localización de la refinería (google maps, 2018)

1.6 ORGANIGRAMA DEL ÁREA DEL PROYECTO

Representación gráfica de la estructura de la empresa en la que se determinan los roles fundamentales, y en el que se especifican claramente cuáles son las tareas y responsabilidades que deben ser realizadas en la división de la gerencia del departamento de fuerza, al que pertenece el área de Servicio Principales. (PEMEX, 2018)

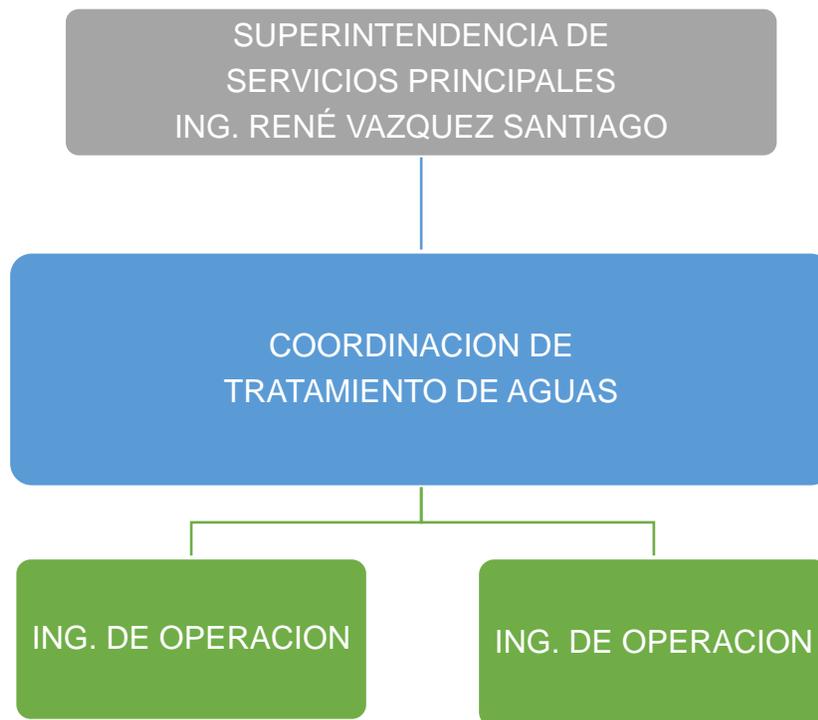


Figura 3. Organigrama Del Área Del Proyecto (Presentación 2018)

1.7 PROBLEMAS A RESOLVER

La planta surgió de la necesidad de reusar el agua residual que llega del sector de efluentes, implementando sistemas de tratamiento de aguas residuales para reducir al máximo el consumo de agua de primer uso de la presa Benito Juárez

Actualmente la planta de tratamiento de aguas negras de la refinería “Ing. Antonio Dovali Jaime” de PEMEX Refinación, está fuera de servicio debido a un fallo de energía eléctrica.

Debido a al paro por la falla eléctrica los equipos del proceso dejaron de operarse ocasionando daños por la falta de uso.

Para solucionar este problema se realizara un diagnostico del proceso y posteriormente realizar un mantenimiento correctivo dependiendo de los problemas encontrados, para la puesta en marcha del proceso y cumplir con las normas mexicanas.

1.8 ALCANCES Y LIMITACIONES

El desarrollo de este proyecto tiene como alcance analizar las condiciones físicas de la planta de tratamiento de aguas negras para rehabilitar la planta y ponerla en operación.

Las limitaciones de la propuesta de este proyecto es que no se realizara ninguna modificación de diseño del proceso, solo se darán propuestas para su rehabilitación.

1.9 OBJETIVOS

GENERAL

Proponer una solución a los problemas que se encuentran en la planta para su rehabilitación.

ESPECÍFICO

- Elaborar un diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas negras refinería “Ing. Antonio Dovali Jaime”.
- Elaborar una propuesta de mantenimiento
- Elaborar un procedimiento de arranque de la planta de tratamiento de aguas negras refinería “Ing. Antonio Dovali Jaime”.
- Elaborar un procedimiento de atención a paro de falla eléctrica de la planta de tratamiento de aguas negras refinería “Ing. Antonio Dovali Jaime”.

1.10 JUSTIFICACIÓN

Actualmente la refinería consume agua de la presa Benito Juárez, debido al problema ocurrido con la subestación eléctrica de la planta PTAN con la cual se obtenía de agua de reusó.

Para poder iniciar a cabo su rehabilitación se requiere de la elaboración de una propuesta de mantenimiento y arranque, ya que su acondicionamiento ayudara a reducir el uso del agua de la presa y a reusar las aguas negras del municipio de salina cruz.

CAPITULO II

2.1 MARCO TEORICO

El propósito de una planta de tratamiento de aguas negras es eliminar los sólidos, reduciendo la materia orgánica y los contaminantes, el cual puede estar en forma de partículas en suspensión y/o disueltas, con objeto de alcanzar una calidad de agua requerida por la normativa de descarga o por el tipo de reutilización a la que se destinará.

Los sólidos incluyen todo, desde trapos y maderas, a arena y partículas pequeñas que se encuentran en las aguas residuales, la reducción de la materia orgánica y de los contaminantes es llevada a cabo usando bacterias útiles y otros microorganismos que se usan para consumir la materia orgánica en el agua residual.

Las bacterias y los microorganismos son luego separados del agua. La restauración del oxígeno es importante ya que el agua debe tener suficiente oxígeno para sostener la vida. (ALDBERTO, 2013)

Un esquema conceptual de un sistema de tratamiento de aguas residuales se presenta en la Figura No.5, El objetivo de depurar un agua residual se logra mediante la integración de operaciones (físicas) y procesos (biológicos) unitarios, que serán seleccionados en función de las características del agua residual a tratar y de la calidad deseada del agua tratada.



Figura 4. Diagrama de proceso de PTAN de Salina Cruz, Oaxaca

Se reconoce las primeras apariciones de los términos contaminación y cuidado del medio ambiente en la década de los 60's, las cuales surgen como una necesidad para mitigar los impactos negativos generados al medio ambiente por descargas de vertimientos que modifican y alteran el proceso de autodepuración de cuerpos de agua.

El tratamiento de aguas residuales ha tenido un gran auge desde los últimos años, gracias a la implementación y ejecución de normatividad que proteja el medio ambiente.

Para llevar a cabo el proceso se realiza un tratamiento primario, tratamiento secundario, desinfección y tratamiento de lodos.

Tratamiento primario

El tratamiento primario es un simple tratamiento físico, una separación de elementos sólidos que contiene el agua. Esa separación se define, como fenómeno físico en fórmula adecuada matemática que refleja el fenómeno real siendo preciso basándose en experiencias.

Sobre este punto interesa destacar que las condiciones son fijas y prácticamente son condiciones hidráulicas. Los parámetros de diseño se refieren a un tiempo de retención y a una velocidad del líquido en el dispositivo lo más constante posible, debiéndose impedir las variaciones del caudal. La decantación primaria puede diseñarse con dos.

Tratamiento secundario

Las alternativas posibles en el tratamiento secundario son en principio dos, dentro de los procesos convencionales. La diferencia fundamental es la elección de un tratamiento químico o biológico.

Los resultados de ambos son bastante similares en cuanto a los efectos, pero su mecanismo funcional es distinto.

En el tratamiento químico, precisamos la introducción de cantidades importantes de reactivos, necesitamos unos sistemas de dosificación muy correctos, necesitamos unos equipos de personal preparados, que periódicamente, o casi de forma continua, tienen que estar modificando las dosificaciones para un correcto rendimiento.

En el proceso biológico, la formación de flóculos, con peso suficiente para poder separarse de la masa de agua, se logra gracias a la acción de enzimática y metabólica de los microorganismos, que están en el agua residual. El equipo encargado del sistema no tiene que preocuparse del propio mecanismo funcional, el sistema biológico tiene inercia suficiente para aceptar las modificaciones de carga y problemas que puedan surgir.

En este caso en la planta de Tratamiento de Aguas Negras (PTAN) de la Refinería “Ing. Antonio Dovalí Jaime” se utiliza un tratamiento biológico.

Desinfección

La última parte del proceso es la adición de un desinfectante como el cloro. Este se agrega usualmente al agua residual antes de que salga de la planta de tratamiento. El desinfectante mata los organismos causantes de enfermedades en el agua.

Tratamiento de Lodos

Los lodos pueden ser tratados o espesados para quitarles algo de agua y luego seguir siendo procesados por estabilización. En este proceso, se permite que el lodo crudo se descomponga en los tanques de asimilación. Se usan unos químicos especiales para la estabilización. El lodo estabilizado no tiene olor y está libre de organismos causantes de enfermedades, el proceso de desaguar el lodo evacúa la mayoría del agua de la mezcla de lodos. Se usan filtros, lechos de secado y varios tipos de prensas. Finalmente el lodo seco llamado Pastel (Cake) está listo para ser usado o disponerse de éste. (ALEJANDRO, 2005)

2.1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA REFINERÍA “ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME”

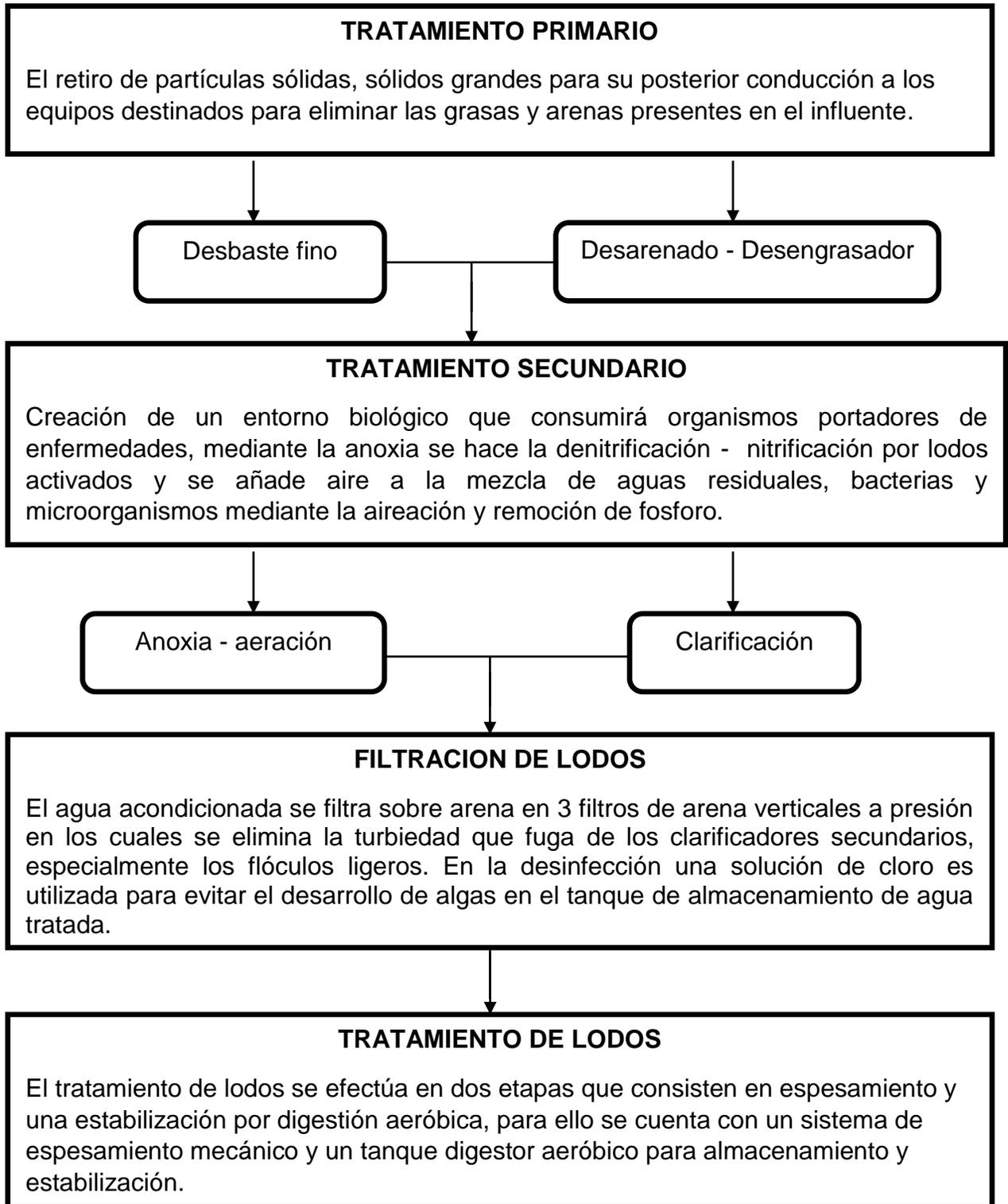


Figura 5. Diagrama de bloques del proceso (PEMEX, 2007)

2.1.2 DE DONDE PROVIENE EL AGUA QUE LLEGA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Las aguas residuales provenientes de la localidad de salina cruz, Oaxaca son de fuentes como casas, instalaciones industriales, comerciales y agua de tormentas que viajan hasta la Instalación de aguas residuales a través de un sistema colector. Las aguas residuales incluyen aguas residuales humanas y de viviendas, provenientes de inodoros, sumideros de baños y otros drenajes.

El agua de tormenta, la más variable de estas tres fuentes, incluye agua de los drenajes de las calles, así como agua del subsuelo que ingresa a través de grietas hacia los drenajes.

Muchas industrias y negocios están sujetas a regulaciones y deben dar un pretratamiento a sus descargas para cumplir con las reglas federales o nacionales, estatales y locales, antes de disponer de ellas en las tuberías de drenaje municipales.

Las plantas incorporadas que llevan a cabo el pretratamiento son también plantas de tratamiento de aguas residuales, pero el nivel de tratamiento que llevan a cabo varía enormemente dependiendo de la naturaleza de los contaminantes y de si la planta está soltando las aguas directamente hacia el medioambiente o no. Muchas de estas instalaciones industriales envían su flujo de descarga hacia una planta municipal para recibir un tratamiento final. (BELZONA, 2008)



Figura 6. Lugares de donde proviene el agua que llega al proceso.

2.1.3 DESCRIPCION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS USANDOS EN LA PLANTA

Tratamiento primario

El proceso de tratamiento primario toma el desagüe de ingreso y retira un gran porcentaje de los sólidos arrastrados. El tratamiento que tiene lugar en esta parte del proceso es puramente mecánico. Los procesos posteriores son mecánicos, físicos y biológicos.

La meta de este proceso es retirar turbidez, partículas sólidas y materiales flotantes. Debido a que estos contaminantes interferirán con los procesos de tratamiento posteriores deben ser retirados con anterioridad.

Desbaste fino

Su objetivo es separar y evacuar fácilmente los objetos voluminosos transportados por el agua cruda y que podrían perturbar la eficiencia de los tratamientos subsecuentes, el desbaste se realiza por medio de dos rejillas de desbaste fino.

Separa los sólidos recuperados y estos son enviados (por medio de una banda transportadora) a un contenedor destinado para este fin.

Desarenador

El objetivo de este equipo es la separación de las partículas sedimentables y flotantes (arena y grava), son eliminadas del efluente, esto se logra por la diferencia de densidades de las partículas a separar.

La eliminación de arenas se logra por medio de la precipitación por gravedad, esto debe realizarse a velocidades ascensionales de $10 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.

Las arenas son acumuladas en el fondo del equipo, para poder retirarlas se emplea una corriente de aire para crear un sifón y extraer las arenas para enviarlas a un contenedor destinado para este fin, el agua producto de la extracción de arenas es enviada al cárcamo correspondiente, para ser recirculada nuevamente al proceso.

Desengrasador

La eliminación de grasas se efectúa por la diferencia de densidades (flotación), de las grasas y aceites que se presentan en forma libre o aglomerada con diversas materias en suspensión, estas últimas se separan aportando en el seno del líquido una corriente de aire para provocar la formación de micro burbujas, que ayudan al desprendimiento y flotación de las mismas.

Las grasas son retiradas de la superficie del líquido por medio de un barrido (rastras superficiales), el aire necesario para la flotación de grasas es suministrado por medio de una bomba de aire, ubicada en el centro del equipo.

Tratamiento secundario

El nitrógeno y el fósforo son los principales nutrientes presentes en las descargas de aguas. Si no son eliminados estos compuestos por el tratamiento biológico producirán el desarrollo de algas y bacterias ocasionando taponamiento y reducción de transferencia de calor en las torres de enfriamiento, para la eliminación del nitrógeno se utiliza un proceso de lodos activados con nitrificación - denitrificación.

Anoxia –Aeración

El influente entra al tanque central (zona de anoxia) en donde se homogeneiza agitando lentamente con un agitador sumergido, después de la zona de anoxia, un vez que se han eliminado nitritos en la denitrificación, el influente pasa a la zona de aireación por vertedor ubicado a un lado de la pared de separación, cruza toda la zona airada (en donde el nitrógeno amoniacal se nitrifica).

La zona de aireación cuenta con dos agitadores sumergibles para lograr un efluente homogéneo, existe una recirculación del influente nitrificado y con alto contenido de nitratos, que es enviado por bombeo a la zona de anoxia (recirculación de licor mixto) para su denitrificación.

Clarificadores

Los lodos producto de los tanques de anoxia -aireación son separados del agua tratada en dos clarificadores de succión de tipo succión vertical radial de lodos. El influente entra en el clarificador por su parte central inferior, dirigido hacia la superficie y mediante una falda central se asegura la repartición uniforme. El agua clarificada es recolectada a través de un vertedor en la canaleta perimetral hacia el tanque de agua tratada antes de ser bombeada hasta la filtración, Los tubos móviles dispuestos radialmente, con respecto al clarificador, succionan los lodos en toda la superficie del fondo del clarificador y pasan por presión hidrostática en las dos cubas de recolección, posteriormente se extraen por medio de un sifón móvil central de presión negativa para fluir por gravedad en un conducto situado debajo del puente.

Filtración y desinfección

El agua acondicionada se filtra sobre arena en 3 filtros de arena verticales a presión, en los cuales se elimina la turbiedad que fuga de los clarificadores secundarios, especialmente los flóculos ligeros, estos filtros se lavan con una mezcla de aire y de agua. El aire es suministrado por medio de un soplador que inyecta el aire de lavado por debajo del falso fondo de los filtros. El agua de lavado proviene del tanque de agua tratada y entra en los filtros por debajo del falso fondo de igual manera que el aire, los efluentes de retrolavado de los filtros son recuperados en el tanque de agua de desecho y reciclados mediante una bomba sumergible, el agua recuperada es enviada hacia la salida de los tanques de aireación

Desinfección

La dosificación de hipoclorito de sodio para desinfección, está en función de la cantidad de cloro residual en la salida del tanque de almacenamiento de agua tratada

Tratamiento de lodos

La producción de lodos biológicamente estables y de volumen reducido es deseable, para reducir los perjuicios al medio ambiente y disminuir los gastos de transporte. El tratamiento de lodos se efectúa en dos etapas que consisten en espesamiento y una estabilización por digestión aeróbica. (PEMEX, 2007)

CAPITULO III

3.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS:

3.1.1 CARACTERIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

DESARROLLO:

Para realizar la caracterización de la planta se hizo de la siguiente manera:

- Se realizo una descripción del proceso.
- Se realizo una investigación sobre las características físicas, químicas y biológicas del agua residual y sus procedencias.
- Se identifico los parámetros del proceso.
- Se identifico los equipos usados para operar un tren de proceso.
- Se creó un glosario de términos usados en el proceso.

3.1.2 ELABORACION DE DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS NEGRAS

DESARROLLO:

Para realizar el diagrama de flujo de la planta se realizo de la siguiente manera:

- Se realizo un borrador del dibujo de la secuencia del proceso.
- Después se dibujo por computadora, mediante la aplicación llamada Visio de office.
- Con el diagrama de flujo de Visio, se realizo un programa interactivo en Excel con las características de la planta de tratamiento de aguas negras que se encuentra en el ANEXO 4. El diagrama de la planta y de un tren de proceso se encuentra en los ANEXOS 1 y 2.

3.1.3 DIAGNOSTICO FISICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS NEGRAS

DESARROLLO:

Para realizar el diagnostico de la planta se hizo de la siguiente manera:

- Se realizo una visita a la planta de tratamiento de aguas negras para observar el estado en que se encuentra.
- Se observo su infraestructura para ver si se puede operar.
- Se organizo la información obtenida para crear tablas donde nos indica su función y cuál es el problema del equipo.
- Se realizo una propuesta de mantenimiento en secuencia de prioridad.

3.1.4 ELABORACION DE PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE LA PLANTA

DESARROLLO:

Para realizar el arranque de un tren de operación de la planta se realizo de la siguiente manera:

- Se dio una propuesta para la puesta en marcha, con una secuencia de arranque del subgenerador de energía eléctrica para la completa planta del proceso y del generador de emergencia para un tren de operación del proceso.
- Se hizo un cálculo de la energía para observar cuanto requiere para operar un tren de operación y si el generador lo puede proporcionar.
- Se describió cómo se controla el proceso de operación de la planta.

3.1.5 ELABORACION DE PROCEDIMIENTO DE ATENCION A PARO FALLA ELECTRICA

DESARROLLO:

Para realizar un procedimiento de atención a paro falla eléctrica se realizo de la siguiente manera:

- Se investigo acerca de los fallos de energía eléctrica.
- Se investigo que se tiene que hacer al presentarse una falla eléctrica en la planta.
- Se organizo información de cómo restablecer el suministro de energía eléctrica.
- Se investigo como localizar fallas eléctricas en bombas.

CAPITULO IV

4.1 CARACTERIZACION

Nombre del proceso

Planta de tratamiento de aguas negras (PTAN) (La localización de la planta se encuentra en el ANEXO 3).

Objetivo del proceso

El objetivo de la planta es tratar las aguas negras urbanas de la localidad de Salina Cruz, Oaxaca., para utilizarlas como parte del servicio de la refinería “Ing. Antonio Dovali Jaime” de PEMEX Refinación. Esto representa un menor consumo de agua cruda y una menor descarga de aguas residuales a los cuerpos receptores.

La planta está diseñada para:

- Tratar las aguas negras generadas en el municipio de Salina Cruz, Oaxaca.
- Restituir la calidad de agua para su utilización en la refinería.
- Acondicionar los residuos generados para su disposición final (agua y lodos).

Definición de aguas negras

Se refiere como aguas negras, a aquel tipo de agua que se encuentra contaminada con sustancia fecal y orina, la cuál es procedente de los desechos orgánicos tanto de animales como de los humanos.

La denominación de aguas negras tiene sentido porque justamente la coloración que presentan las mismas es negra, como consecuencia de la alta presencia de agentes tóxicos, contaminantes y nocivos para la salud pública.

Las aguas negras también son conocidas como aguas cloacales, las cuáles discurren por el sistema público de alcantarillado, siendo incluidas en algunas comunidades a las aguas procedentes de la lluvia y de infiltraciones de terrenos. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S., 2004)

Descripción del proceso

La planta de tratamiento está integrada de cuatro etapas de tratamiento principales que son:

- Eliminación de sólidos de gran tamaño, grasas y arenas presentes en el fluente (Pretratamiento).
- Tratamiento de las aguas negras para su utilización dentro de la refinería (Biológico).
- Eliminación de microorganismos presentes en el efluente (Filtración y Desinfección).
- Tratamiento de lodos (espesamiento y digestión).

Flujo diario

La buena estimación del flujo diario se debe a los medidores de flujo que tenemos a la entrada de la planta, después de los desarenadores / desengrasadores.

El buen valor del flujo diario depende de la buena calibración de los medidores de la entrada, este flujo corresponde a las aguas que vienen de las casas y de las industrias de la ciudad, mas las aguas claras que llegan en la red de saneamiento por infiltración (fuga de la red, agua de lluvia). (PEMEX, 2007)

Variación del flujo

La medición del flujo a la entrada de la planta muestra variaciones debidas a diferentes orígenes:

- El consumo de agua que sigue un ciclo (mañana - tarde - noche).
- Las variaciones de trabajo de las industrias.
- Las incidencias de los fines de semana y de los días festivos.
- Las dimensiones y características de la red de colectores.
- Las incidencias de las aguas de lluvia.

Aquí tenemos algunos ejemplos de variaciones de flujo que vienen de la literatura de tratamiento de agua:

Flujo pico

Es el flujo máximo horario que se puede registrar en la planta. Tiene que corresponder al flujo pico nominal que se tomo en cuenta para calcular el diseño de la planta.

Carga de contaminación

Son los parámetros de base para determinar la cantidad de contaminación que hay que tratar por día en la planta.

Carga de contaminación (kg/día) = flujo diario (m³/d) x concentración (kg/m³).

Este valor se calcula para cada parámetro importante de medición de la contaminación (DBO₅, DQO, SS, N, P.).

Tratamientos para extraerles los agentes contaminantes

Las aguas negras también denominadas como aguas cloacales o servidas, obligatoriamente demandan de un cuidadoso sistema de tratamiento que enmarcará como principal misión, la canalización de las mismas, dándole tratamiento el contenido residual, para permitir su desalojo dentro de tales aguas y evitar los grandes problemas que ocasionan: la contaminación ambiental y la proliferación de virus.

En el caso de la materia orgánica e inorgánica en suspensión es común que se utilice la sedimentación y la filtración. Mientras que para la materia disuelta, se suelen utilizar procedimientos biológicos como por ejemplo la oxidación química. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S., 2004)

Las formulas usadas en un proceso de tratamiento de aguas negras para lodos activados se encuentra en ANEXO 5

La sedimentación retira aquella materia sólida pero fina, ya sea orgánica o inorgánica del agua, atravesando para ello un dispositivo en el cual se retienen los materiales para luego ser eliminados.



Figura 7. Diagrama de los contaminantes eliminados en el proceso (presentación, 2016).

4.1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA RESIDUAL Y SUS PROCEDENCIAS

PROPIEDADES FÍSICAS

CARACTERÍSTICAS	PROCEDENCIA
Color	Aguas residuales domesticas, industriales y de la degradación natural de materia orgánica
Olor	Agua residual en descomposición y residuos industriales
Sólidos	Aguas de suministro, aguas residuales domesticas, industriales y de la erosión del suelo
Temperatura	Aguas residuales domesticas e industriales

Tabla 1. Información sobre las propiedades físicas del agua residual. (CIDTA, 2010)

GASES

CARACTERÍSTICAS	PROCEDENCIAS
Sulfato de hidrogeno	Descomposición de residuos orgánicos
Metano	Descomposición de residuos orgánicos
Oxigeno	Aguas de suministro

Tabla 2. Información sobre gases del agua residual. (CIDTA, 2010)

BACTERIAS

CARACTERÍSTICAS	PROCEDENCIAS
Eubacterias	Aguas residuales domesticas, aguas superficiales, plantas de tratamiento de agua
Arqueobacterias	Aguas residuales domesticas, aguas superficiales, plantas de tratamiento de agua
Virus	Aguas residuales domesticas

Tabla 3. Información sobre bacterias del agua residual. (CIDTA, 2010)

CONSTITUYENTES QUÍMICOS ORGÁNICOS

CARACTERÍSTICAS	PROCEDENCIAS
Carbohidratos	Aguas residuales domesticas, industriales y comerciales
Grasas y aceites	Aguas residuales domesticas, industriales y comerciales
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domesticas, industriales y comerciales
Contaminantes priotarios	Aguas residuales domesticas, industriales y comerciales
Agentes tenso activos	Aguas residuales domesticas, industriales y comerciales
Compuestos orgánicos	Aguas residuales domesticas, industriales y comerciales
Otros	Degradación natural de materia orgánica

Tabla 4. Información sobre constituyentes químicos orgánicos del agua residual. (CIDTA, 2010)

CONSTITUYENTES QUÍMICOS INORGÁNICOS

CARACTERÍSTICAS	PROCEDENCIAS
Alcalinidad	Aguas residuales domesticas, aguas de suministro, y filtración de agua subterránea
Cloruros	Aguas residuales domesticas, aguas de suministro, y filtración de agua subterránea
Metales pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales domesticas
Ph	Aguas residuales domesticas e industriales y comerciales
Fosforo	Aguas residuales domesticas e industriales y comerciales
Azufre	Aguas residuales domesticas e industriales y comerciales

Tabla 5. Información sobre constituyentes químicos inorgánicos del agua residual. (CIDTA, 2010)

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA NEGRA A TRATAR

PARÁMETROS	VALOR
DQO total	532 mg/l
DBO total	150 mg/l
Fenoles	0.12 mg/l
Grasas y aceites	118 mg/l
Nitrógeno total	40 mg/l
Nitrógeno amoniacal	3 mg/l
Fosfatos	19 mg/l
Sólidos sedimentables totales	1 mg/l
Sólidos suspendido totales	168 mg/l
Sólidos disueltos	646 mg/l
Sólidos totales	814 mg/l
Turbidez	40 NTU
Ph	7 – 7.6
Conductividad	1,129 μ mhos/cm
Temperatura máxima	38 °C
Temperatura mínima	17 °C
SAAM	<3 mg/l
Coliformes fecales	<100 mg/l

Tabla 6. Características del agua negra a tratar. (PEMEX, 2007)

4.1.3 PARÁMETROS EN LA CARACTERIZACIÓN

Físicos por ejemplo como la temperatura, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sólidos sedimentables, sólidos totales, conductividad eléctrica, ph y turbidez.

Químicos por ejemplo la demanda química de oxígeno, la demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, fosforo orgánico e inorgánico, sustancia activas al azul del metileno, grasas, aceites, fenoles, alcalinidad y acidez, Bacteriológicos por ejemplo los son los coliformes totales y fecales. A continuación se describirá cada unos de los parámetros:

Sedimentación

Fenómeno por medio del cual, las partículas sólidas suspendidas contenidas en la muestra líquida se asientan debido a la fuerza de la gravedad.

Sólidos sedimentables

Materiales que se detectan en el fondo de un recipiente debido a la sedimentación de estos.

Sólidos Suspendedos Totales

Es la cantidad de materia, orgánica o mineral, suspendida en el agua. Esta cantidad se mide con el método de filtración.

Un volumen V (100 ml mínimo) de muestra se filtra en un disco de porosidad de 20 micras. Antes se peso este disco, Después de secarlo en una estufa a 105 ° C, el disco se pesa otra vez.

La concentración de los SST en el agua se calcula de la manera siguiente:

$$SST \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{(peso 1 - peso 0)}{V} * 100$$

Materias decantables

Normalmente son más o menos 60 % de los sólidos suspendidos. Su cantidad se calcula con la prueba de decantación de un litro de muestra en un cono graduado durante dos horas. Los resultados se consiguen en ml/l. Una cantidad entre 10 a 15 ml/l es un valor normal para un agua residual doméstica. Si el valor está fuera de 5-50 ml/l, se puede tener alguna anomalía en el efluente.

Efluente / Influyente

Agua que proviene de la o las descargas de agua residual de las áreas operativas o de servicios.

Afluente

Agua que pasa por unos procesos de tratamiento hasta obtener parámetros deseables para devolverla a los mantos naturales y/o suelo.

DQO (Demanda Química de Oxígeno)

La demanda química de oxígeno es la cantidad de oxígeno consumida por las materias oxidables presentes en el agua. Estas materias son la mayor parte de la materia orgánica presente en el agua y una parte pequeña de sales minerales.

El oxígeno necesario para esta reacción química es suministrado por un oxidante poderoso, el dicromato de potasio mantenido en exceso durante dos horas de ebullición con ácido sulfúrico y algunos ayudantes de reacción.

Las materias oxidables se destruyen por la acción del dicromato de potasio. Después de dos horas, hay que medir la cantidad de dicromato de potasio que queda por adición de una sal reductora.

Materias oxidables = dicromato inicial - dicromato restante

DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno)

Es la cantidad de oxígeno consumido durante 5 días por las bacterias aerobias (con la presencia de aire) para degradar las materias orgánicas biodegradables.

En realidad, la degradación total de las materias orgánicas necesita más de 3 semanas. Este tiempo es demasiado largo para seguir un proceso. Por eso, disminuyeron el tiempo del análisis a 5 días, lo que permite calcular la contaminación del carbono en el agua (ver curva siguiente).

El análisis de la DBO₅ consiste en una medición de la cantidad de oxígeno disuelto, antes y después de 5 días de incubación en un ambiente cerrado (oscuridad) a 20°C, en el agua que hay que analizar.

Nitrógeno amoniacal

En las aguas residuales de las ciudades se encuentra el nitrógeno en su forma de nitrógeno orgánico y nitrógeno amoniacal el cual es toxico para los peces con una concentración baja, Primero, eliminamos el nitrógeno amoniacal por un proceso biológico que se llama nitrificación. Esta reacción química produce nitratos.

Luego, transformamos el nitrógeno de nitratos en Nitrógeno gas por un proceso biológico que se llama desvitrificación. El nitrógeno gas producido por esta reacción forma burbujas finas que se van al aire.

SAAM (Sustancia Activa al Azul del Metanol)

El método del azul de metileno puede emplearse para estudios de monitoreo de Biodegradabilidad, el principio de este método se basa en la formación de un par iónico extractable en cloroformo de color azul por la reacción del azul de metileno catiónico y un tenso activó aniónico.

Fosfatos

Los fosfatos son las sales o los esteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica.

Ph

El pH es un parámetro fisicoquímico que permite decir si un líquido es ácido, básico o neutro. El valor del pH va de 0 a 14. El $\text{pH} = 7$ es el pH de la neutralidad.

El pH normal de un agua residual de ciudad es 7.5 a 8, ligeramente básico. El de los efluentes industriales pueden ser muy diferente.

Conductividad

Es una medición de la capacidad de una solución para conducir la corriente eléctrica. Esta medición depende de la cantidad de sales solubles en el agua y de la temperatura.

Turbidez

Es una característica óptica que en términos generales describe la claridad u opacidad del agua. No tiene que ver con el color, sino que se relaciona más con la pérdida de transparencia debida al efecto de partículas en suspensión y material coloidal, La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua, cuanto más turbia menor será su calidad.

Microorganismos

Los sistemas aeróbicos de tratamiento de aguas residuales, aprovechan la capacidad de la materia orgánica y nutrientes (nitrógeno y fosforo) disueltos en el agua para su propio crecimiento, en presencia del oxígeno, que actúa como aceptor de electrones en el proceso de oxidación de la materia orgánica.

Coliformes fecales

Es un subgrupo de bacterias coliformes totales que se encuentran en grandes cantidades en los intestinos y excremento de los humanos y animales.

Grasas y aceites

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo.

Las sustancias grasas se clasifican en grasas y aceites. Teniendo en cuenta su origen, pueden ser animales o vegetales.

4.1.4 PARÁMETROS DEL PROCESO

Pretratamiento

Los parámetros mínimos a controlar en continuo en el pretratamiento son:

- Eliminación de sólidos con tamaño de partícula mayor a 8 mm.
- Eliminación de grasas y flotantes.
- Eliminación de partículas sedimentables (arena, grava).
- Homogeneización de la corriente cruda con la corriente de recirculación de lodos biológicos.

Tratamiento biológico

Los parámetros mínimos a controlar en continuo en el tanque de tratamiento biológico son:

- pH.
- Oxígeno disuelto.
- Concentración de lodos.

- Calidad de agua.

Sistema de filtración y desinfección

Los parámetros mínimos a controlar en continuo en la etapa de filtración son:

- Turbidez.
- Algas.
- Microorganismos.
- Calidad de agua.

Tratamiento de lodos

Los parámetros mínimos a controlar en continuo en la etapa de tratamiento de lodos son:

- Calidad de lodos.
- Microorganismo.

4.1.5 REACTIVOS USADOS EN EL PROCESO

Sosa cáustica (NaOH)

Para el almacenamiento y dosificación de la Sosa (NaOH) al 49.5 % (747 g/l), que se inyecta en el tanque de aireación, se dispone de un tanque de almacenamiento, y un sistema de dosificación por bombeo, esto se hace en caso de no cumplir con las necesidades de alcalinidad del proceso.

Cloruro férrico (FeCl₃) para servicio de los clarificadores

Para el almacenamiento y dosificación del cloruro férrico (FeCl₃) al 40%, que se inyecta en la línea de alimentación del efluente biológico a los clarificadores, para la eliminación de fósforo presente, se dispone de un tanque de almacenamiento del reactivo, y un sistema de dosificación por bombeo.

Cloruro férrico (FeCl₃) para servicio de coagulación en filtración

El cloruro férrico (FeCl₃) al 40% necesario para la coagulación de la materia en suspensión, se inyecta en la línea de alimentación de los filtros de arena, se dispone de un tanque de almacenamiento del reactivo y un sistema de dosificación por bombeo.

Hipoclorito de sodio (NaClO) para desinfección

Se dosifica para la desinfección la cual está en función de la cantidad de cloro residual. Se dispone de un almacenamiento y dosificación del hipoclorito de sodio (Nació) al 13.0%, que se la inyecta en la tubería de salida común de los filtros de arena hacia el tanque de almacenamiento de agua.

Polímero para floculación

La adición de este producto permite la formación de un flóculo voluminoso. Para la preparación y la dosificación de Polímero, a 0.2 % (2 g/l), que se inyecta a la entrada de la rejilla de espesamiento, se dispone de un tanque de preparación, con tres compartimentos y agitadores.

4.1.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS USADOS EN EL PROCESO

Cárcamo de bombeo

En este tanque se realiza el bombeo de agua cruda al interior de la planta.

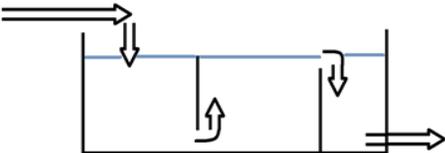
CARCAMO DE BOMBEO CR-1104	CARACTERÍSTICAS
	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Largo: 4.10 m<input type="checkbox"/> Ancho: 4.10 m<input type="checkbox"/> Altura total: 4.57 m<input type="checkbox"/> Volumen útil: 30 m³<input type="checkbox"/> Volumen total: m³ (pendiente)<input type="checkbox"/> Construcción: Concreto armado<input type="checkbox"/> Tiempo de residencia hidráulica: 10 min @ Q nom.

Figura 8. Dibujo con características del Cárcamo de bombeo CR-1104. (PEMEX, 2007)

Canal de desbaste fino

Se lleva a cabo, mediante rejillas curvas, el proceso de eliminación de sólidos mayores a 1 cm.

Características
Un canal abierto para desbaste fino, con dos celdas cuya celdas tienen las siguientes características: Largo: 8.30 m, Ancho: 0.50 m, Altura total: 0.80 m, Capacidad: 486 m ³ /h y Construcción: concreto armado

Tabla 7. Características del Desbaste fino RC-1106. (PEMEX, 2007)

Banda transportadora BTR

Los sólidos recuperados del desbaste fino son enviados mediante una banda transportadora a un contenedor.

Características
Capacidad: 12 kg/h, Ancho de banda: 610 mm, Tiempo: reversible, Material de Construcción: acero al carbón y Potencia del motor: 0.55 kw

Tabla 8. Características de la banda transportadora. (PEMEX, 2007)

Contenedor de sólidos CS-1109

En el contenedor son enviados los sólidos de la banda transportadora.

Características
Capacidad: 3.0 m ³ y Construcción: Acero al carbón

Tabla 9. Información sobre el contenedor de sólidos (PEMEX, 2007)

Desarenador, Desengrasador DES-1110/1111

En esta parte del proceso se hace una eliminación de grasas por medio de flotación con micro burbujas de aire y una eliminación de arenas por precipitación y extracción.

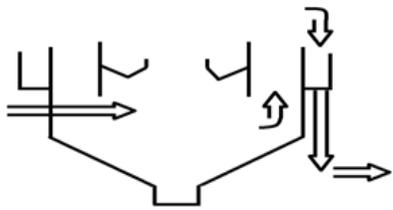
Desarenador desengrasador DES-1110/1111	CARACTERISTICAS
	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Capacidad: 486 m³/h (por equipo) <input type="checkbox"/> Diámetro: 5.0 m <input type="checkbox"/> Parte recta: 2.1 m <input type="checkbox"/> Altura del cono: 2.53 m <input type="checkbox"/> Altura total: 4.63 m <input type="checkbox"/> Volumen útil: 49.0 m³ <input type="checkbox"/> Construcción: Concreto armado <input type="checkbox"/> Tiempo de residencia hidráulica 10 min. @ Qnom. 324 m³/h

Figura 9. Dibujo con características del Desarenador - Desengrasador DES-1110/1111. (PEMEX, 2007)

Cárcamo de agua de recirculación

Características
Largo: 3.5 m, Ancho: 2.0 m, Altura total: 3.9 m, Volumen útil: 10 m ³ , Volumen total: 27.3 m ³ , Construcción: Concreto armado y Tiempo de residencia hidráulica: 15 min

Tabla 10. Información sobre contenedor cárcamo de recirculación. (PEMEX, 2007)

Tanque de selección TQ-1119

Se realiza la mezcla de agua cruda con biólogos y permite la selección del tanque de aireación a utilizar.

Características
Largo: 6.3 m, Ancho: 4.2 m, Altura total: 4.9, Volumen útil: 108 m ³ , Volumen total: 130 m ³ , Construcción: concreto armado y Tiempo de residencia hidráulica: 20 min Q nom (324m ³ /h)

Tabla 11. Formación sobre el Tanque de selección TQ-1119. (PEMEX, 2007)

Anoxia-Aeración TQA-1209/1210

Se realiza la denitrificación en el área de anoxia y la nitrificación en la zona de aeración.

El influente que proviene del tanque de selección (TQ-1119) es enviado a dos tanques de aireación (TQA-1209 y TQA-1210), para tratar 50% cada uno del caudal de la planta, cada uno de ellos cuenta con dos zonas de tratamiento: zona de anoxia y zona de aireación.

ANOXIA-AERACION TQA-1209/1210	CARACTERISTICAS
	<input type="checkbox"/> Diámetro interior: 11.45 m <input type="checkbox"/> Altura total 4.03 m <input type="checkbox"/> Volumen útil: 350 m ³ <input type="checkbox"/> Volumen total: 415 m ³ <input type="checkbox"/> Construcción: Concreto armado
	La zona de aereación, tiene como características <input type="checkbox"/> Diámetro menor int.: 12.15 m <input type="checkbox"/> Diámetro mayor int.: 19.80 m <input type="checkbox"/> Altura total 4.03 m <input type="checkbox"/> Volumen útil: 650 m ³ <input type="checkbox"/> Volumen total: 774 m ³ <input type="checkbox"/> Construcción: Concreto armado

Figura 10. Dibujo con características de la Anoxia - Aeración TQA – 1209/1210. (PEMEX, 2007)

Clarificador de succión

Se realiza la separación de la biomasa y el agua tratada por diferencia de densidades, el efluente que proviene de los tanques de aeración (TQA-1209 y TQA-1210) pasa por columna hidrostática a los clarificadores de succión (CRF-1311 y CFR-1314) respectivamente, cada uno de estos equipos está diseñado para tratar 50% del caudal de la planta.

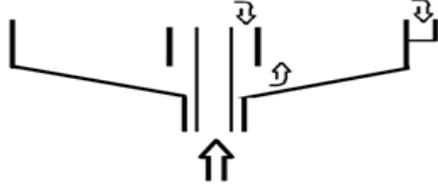
Clarificador de succión CRF-1311/1314	CARACTERÍSTICAS
	<ul style="list-style-type: none"> □ Diámetro: 18.0 m □ Altura cilíndrica: 3.5 m □ Volumen útil 850 m³ □ Construcción: Concreto armado

Figura 11. Dibujo con características del Clarificador de succión CRF – 1311/1314. (PEMEX, 2007)

Tanque de agua clarificada

En este tanque se recibe por gravedad, el agua clarificada, el efluente clarificado que proviene de los dos clarificadores (CFR-1311 y CFR-1314) es almacenado en el tanque de agua clarificada TQ-1322.

Características
Largo: 3.5 m, Ancho: 4.5 m, Altura total: 4m, Volumen útil: 30 m ³ , Volumen total: 49 m ³ , Construcción: Concreto armado y Tiempo de residencia hidráulica: 6 min Q _{nom} : 324m ³ /h

Tabla 12. Información sobre el Tanque de agua clarificada. (PEMEX, 2007)

Tanque de biolodos

Los lodos extraídos de los clarificadores a succión CRF-1209 y CRF 1210 son almacenados en el tanque de biolodos.

Características
Largo: 3.5 m, Ancho: 4.8 m, Altura total: 3.8 m, Volumen útil: 30 m ³ , Volumen total: 64 m ³ Construcción: concreto armado y Tiempo de residencia hidráulica: 6 min Q _{nom} 324 m ³ /h

Tabla 13. Información sobre el tanque de biolodos. (PEMEX, 2007)

Sistema de filtración y desinfección

En éstos es retenida la materia en suspensión, El efluente clarificado llega al sistema de filtración a través de una tubería de acero de 10" diámetro, por medio de un sistema de bombeo (BC-1320 A/B/C) hacia los filtros a presión (FA-1411/1421/1431).

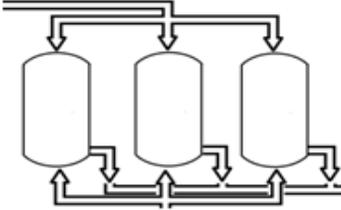
Filtros de arena (FA-1411/1421/1431)	CARACTERISTICAS
	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Tipo: FV2B <input type="checkbox"/> Diámetro: 3.8 m <input type="checkbox"/> Parte recta: 2.2 m <input type="checkbox"/> Presión de operación: 2.6 kg/cm² <input type="checkbox"/> Presión de diseño: 4.0 kg/cm² <input type="checkbox"/> Material: Acero al carbón <input type="checkbox"/> Flujo de op. normal: 3 x 33% (2 x 50% durante el lavado) <input type="checkbox"/> Medio filtrante: Arena (granulometría TEN 0.95)

Figura 12. Dibujo con características de los Filtros de arena FA-1411/1421/1431. (PEMEX, 2007)

Bombas de alimentación a filtros

Se tienen tres bombas a filtros de arena del tipo centrífuga, dos en operación y una de respaldo, para enviar el agua clarificada a la filtración terciaria. (PEMEX, 2007)

Desinfección

El efluente filtrado es enviado al tanque de almacenamiento de agua tratada por medio de una tubería de acero de 10" diámetro, a través del bombeo, para acondicionamiento final se cuenta con una inyección de hipoclorito de sodio (NaClO). (PEMEX, 2007)

Tanque de agua tratada

El tiempo de contacto necesario para la desinfección del efluente se lleva a cabo en el tanque de tanque de almacenamiento de agua tratada, al agua producto del tratamiento es utilizada para diferentes servicios.

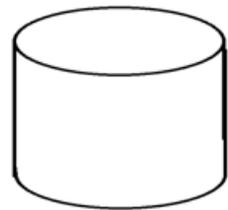
Tanque de agua clarificada TQ-1322	CARACTERISTICAS
	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Largo: 3.5 m <input type="checkbox"/> Ancho: 4.5 m <input type="checkbox"/> Altura total: 4.0 m <input type="checkbox"/> Volumen útil: 30.00 m³ <input type="checkbox"/> Volumen total: 49.0 m³ <input type="checkbox"/> Construcción: Concreto armado <input type="checkbox"/> Tiempo de residencia hidráulica: 6 min @ Qnom (324m³/h)

Figura 13. Dibujo con características del Tanque de agua tratada TQ – 1403. (PEMEX, 2007)

Tratamiento de lodos

Los lodos biológicos son conducidos al sistema de tratamiento de lodos por medio de una tubería de acero de 4" diámetro, por medio de un sistema de bombeo hacia la rejilla de espesamiento para su posterior almacenamiento y estabilización en tanque digestor de lodos.

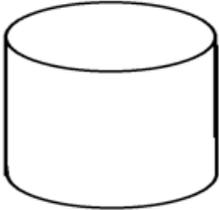
Tanque de biolodos TQ-1317	Características
	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Largo: 3.5 m ☐ Ancho: 4.8 m ☐ Altura total: 3.8 m ☐ Volumen útil: 30.00 m³ ☐ Volumen total: 64.0 m³ ☐ Construcción: Concreto armado ☐ Tiempo de residencia hidráulica: 6 min @ Qnom (324m³/h)

Figura 14. Dibujo con características del Tanque de biolodos TQ - 1317. (PEMEX, 2007)

Espesamiento de lodos

El sistema de espesamiento de lodos está compuesto por una rejilla de espesamiento.

Características
Capacidad: 45 m ³ /h, Ancho de reja: 1.5 m y Potencia del motor: 0.37 kw

Tabla 14. Información sobre el espesamiento de lodos. (PEMEX, 2007)

Tanque agua de desecho

Este tanque de agua de desecho recibe las corrientes provenientes del lavado de filtros de arena y el agua producto del espesamiento de lodos y lavado de la rejilla.

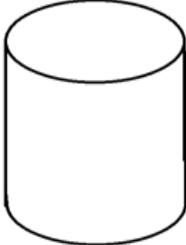
Tanque agua de desecho (TQ-1407)	Características:
	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Largo: 7.50 m ☐ Ancho: 4.50 m ☐ Altura total: 3.75 m ☐ Volumen útil: 100 m³ ☐ Volumen total: 127.0 m³ (pendiente) ☐ Construcción: Concreto armado ☐ Tiempo de residencia hidráulica: 75 min.

Figura 15. Dibujo con características del Tanque de desecho TQ – 1407. (PEMEX, 2007)

Tanque digestor de lodos

El tanque digestor de lodos recibe los lodos espesados provenientes de la rejilla, para almacenamiento y estabilización.

Características
Diámetro: 9.60 m, Altura total: 5.7 M, Volumen útil: 368 m ³ , Volumen total: 413 m ³ , Construcción: concreto armado y Tiempo de residencia hidráulica: 14 días

Tabla 15. Información sobre el Tanque digestor de lodos. (PEMEX, 2007)

Aporte de oxígeno para digestión aeróbica

Para suministro de oxígeno al tanque digestor de lodos se tienen dos sopladores, uno en operación y uno de respaldo. (PEMEX, 2007)

4.2 IMPORTANCIA DE LOS DIAGRAMAS FLUJO

Los diagramas de flujo son enormemente relevantes en distintas áreas técnicas en donde es necesario dejar comprensible una determinada secuencia de pasos. En efecto, de esta manera es fácilmente esquematizable un determinado proceso lógico que puede ser de utilidad para algún tipo de tarea. Así, actividades como la ingeniería o la programación suelen hacer uso de este tipo de herramientas con cierta frecuencia dada la utilidad que tiene para estos propósitos. Cuando alguien genera una determinada estructura lógica que resuelve un determinado problema, pueden existir trabas a la hora de mostrar a un tercero esta secuencia debido a su complejidad; los diagramas de flujo ayudan a solucionar esta circunstancia. (IMPORTANCIA DE DIAGRAMAS, 2014)

Un diagrama de flujo tiene múltiples propósitos:

- Documentar un proceso con el fin de lograr una mejora en la comprensión, el control de calidad y la capacitación de los empleados.
- Estandarizar un proceso para obtener una eficiencia óptima.
- Estudiar un proceso para alcanzar su eficiencia y mejora. Ayuda a mostrar los pasos innecesarios, cuellos de botella y otras ineficiencias.

4.3 DIAGNOSTICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS

Para realizar el diagnóstico de la planta se evaluó el estado físico de cada uno de los equipos usados en el proceso, todo de acuerdo a la normatividad y parámetros técnicos vigentes.

La recolección de datos se obtuvo de una visita a la planta, haciendo una listas de chequeo y anexos.

SUBESTACION DE ENERGIA ELECTRICA

Equipo	Servicio	Problema
Subestación	Energía eléctrica para PTAN	No cuenta con energía eléctrica para operar, Aisladores dañados, pararrayos dañados, sistema de tierra dañado, tableros eléctricos obsoletos, transformadores de potencia obsoletos y punto de conexión a energía eléctrica dañado.

Tabla 16. Diagnostico de la subestación eléctrica.

BOMBA

Equipo	Servicio	Problema
BS-2113 A/B	bomba de cárcamo receptor eb-1	Devanado del motor dañado por perdida de hermetidad de los sellos y peras de nivel obsoletas
BS-2115 A/B	bomba de cárcamo receptor aurora	Devanado del motor dañado por perdida de hermetidad de los sellos y peras de nivel obsoletas
BS-1103 A/B/C	bombas del cárcamo receptor r-1 carga a planta a planta	Devanado del motor dañado por perdida de hermetidad de los sellos, peras de nivel obsoletas y válvulas check deterioradas
BS-1207 A/B	bombas del licor mixto recirculación anoxia	Devanado del motor dañado por perdida de hermetidad de los sellos de la bomba

		sumergible, sin cables de fuerza y descomposición del microbiológico
BS-1208 A/B	bombas del licor mixto recirculación anoxia	Devanado del motor dañado por pérdida de hermetidad de los sellos de la bomba sumergible, sin cables de fuerza y descomposición del microbiológico
BS-1318 A/B/C	bombas de extracción de lodos	Daños en el motor
BS-1320 A/B/C	bomba de alimentación a filtros	Daños en los baleros de motor, válvulas de succión y descarga en mal estado, daños en las juntas de expansión de la descarga y sin cables de fuerza
BC-1404 A/B	bomba de lavado de filtros	Sin cables de fuerza
BC-1406 A/B/C	bombas de envió a la refinería	Daños en la válvula de succión y descarga, Sin cables de fuerza

Tabla 17. Diagnostico de las bombas del proceso.

REJILLA DE DESBASTE FINO

Equipo	Servicio	Problema
RC-1106 A/B	rejilla de desbaste fino llegada de influente	Problema en arrastre de sólidos, daños en la rejilla, daños en la banda transportadora y daños en los engranes.

Tabla 18. Diagnostico de la rejilla de desbaste fino.

AIREADOR DE REACTOR MICROBIOLÓGICO

Equipo	Servicio	Problema
AE-1201 A/B/C/D	aireador de reactor microbiológico	descomposición del microbiológico, actirotores tienen desgaste en los engranes y daños en los reductores del

		equipo
AE-1202 A/B/C/D	aireador de reactor microbiológico	descomposición del microbiológico, actirotores tienen desgaste en los engranes y daños en los reductores del equipo

Tabla 19. Diagnostico del aireador del reactor microbiológico.

SOPLADOR

Equipo	Servicio	Problema
SO-1312	Sopladores vacio clarificación.	Problema de extracción de lodos.
SO-1316	Sopladores vacio clarificación.	Problema de extracción de lodos.
SO-1402 A/B	Soplador lavado de filtros.	Ensuciamiento y taponamiento de filtros.

Tabla 20. Diagnostico del equipo soplador.

FILTROS VERTICALES DE ARENA

Equipo	Servicio	Problema
FA-1411/ FA-1422/ FA-1433	filtros verticales de arena	limitante para enviar agua tratada a refinera, daños en las válvulas automáticas, daños en solenoides

Tabla 21. Diagnostico del filtro de arena.

CLARIFICADOR

Equipo	Servicio	Problema
CFR-1311	Clarificador	Deficiencia en la formación del colchón de lodos rastras en mal estado, Daños en los barandales y soportes, estructura del puente

		caída, vertederos con severa corrosión.
CRF-1314	Clarificador	Deficiencia en la formación del colchón de lodos rastras en mal estado, Daños en los barandales y soportes, estructura del puente caída, vertederos con severa corrosión.

Tabla 22. Diagnostico del clarificador.

SISTEMA MOTRIZ DEL CLARIFICADOR

Equipo	Servicio	Problema
SM-1313	sistema motriz clarificador	Daños en el reductor y daños en el motor
SM-1315	sistema motriz clarificador	Daños en el reductor y daños en el motor

Tabla 23. Diagnostico del sistema motriz del clarificador.

4.3.1 COMO SOLUCIONAR EL PROBLEMA

Al ocurrir la falla eléctrica en la subestación, la planta y los equipos dejaron de operar de forma continua ocasionando problemas en los en estos, para dar una solución a los problemas detectados en el diagnostico se presenta una descripción de las necesidades de acondicionamiento que se aplicaran mediante un mantenimiento correctivo en secuencia de prioridad en algunas fases de la operación de la planta

4.3.2 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO EN SECUENCIA DE PRIORIDAD

Se requiere de mantenimiento correctivo a la planta empezando con la reparación de la subestación eléctrica y reparación del generador de emergencia.

Hacer un reemplazo de cables de energía eléctrica y reparación al sistema de control del proceso.

Implementar una revisión de las tuberías hidráulicas y reemplazo de tuberías deterioradas.

Reemplazo o mantenimiento de las bombas del sistema de bombeo.

Mantenimiento al Desbaste fino y al sistema motriz de la barra transportadora.

Limpieza al equipo Desarenador – Desengrasador.

Reparación del agitador sumergible del tanque de selección ya que este se encuentra deteriorado.

Limpieza del reactor biológico Anoxia – Aeración y reparación de los actirotores.

Reparación de los barandales, soportes y rastras del clarificador, también mantenimiento a las bombas usadas en el equipo, ya que para operar mínimo se necesitan dos bombas.

Limpieza al tanque de biolodos.

Mantenimiento de las bombas del tanque de agua clarificada y de los filtros de arena.

Mantenimiento de las bombas que se usara para el tanque de agua de desecho.

4.4 ELABORACION DE PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE LA PLANTA.

Para la elaboración de un procedimiento de arranque observamos el diagnostico que se realizo, con los datos obtenidos se seleccionaron objetivos, alcances y limitaciones como lo muestra el siguiente diagrama:

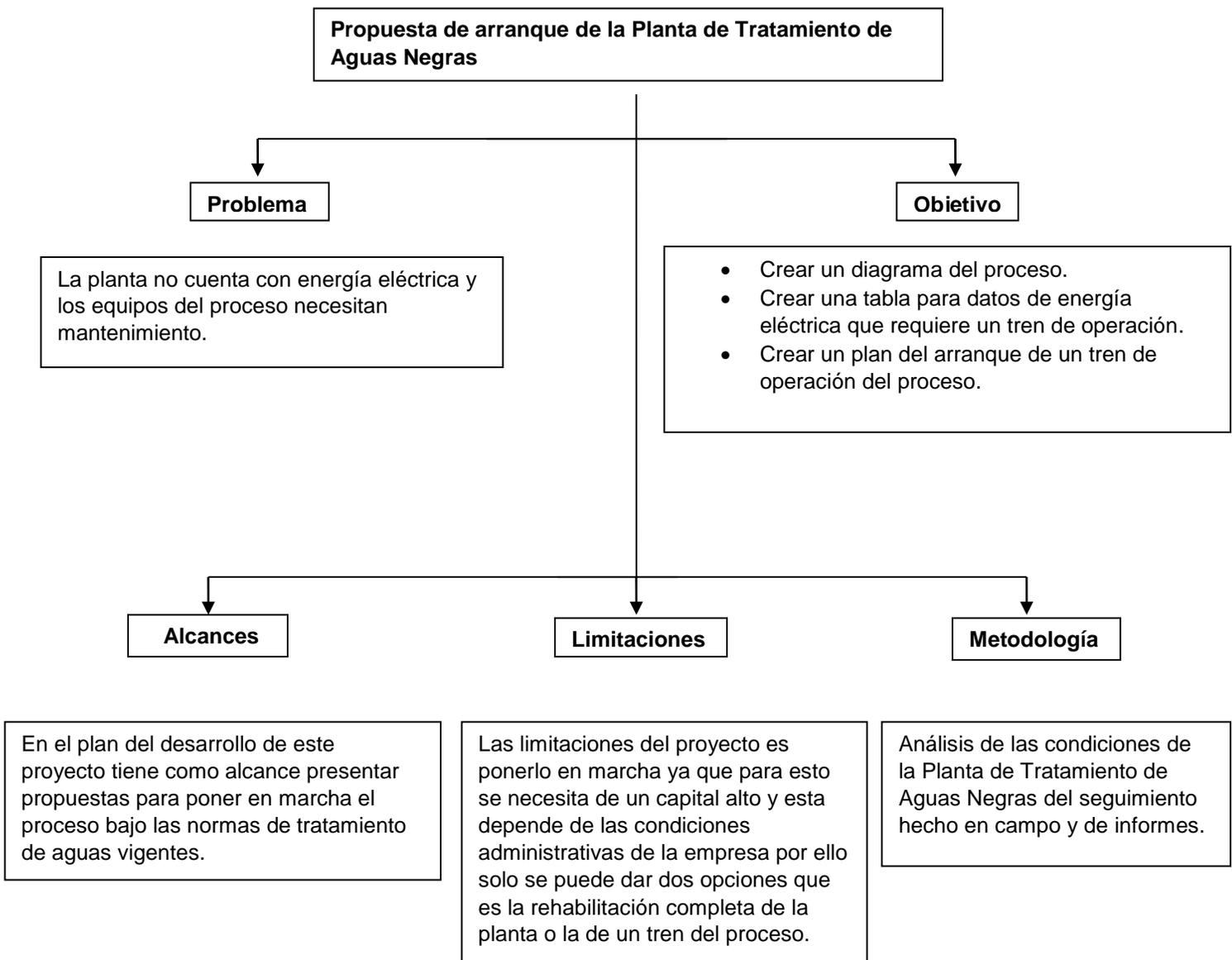


Figura 16. Diagrama propuesta de arranque.

4.4.1 PROPUESTA PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL PROCESO

Para la puesta en marcha se puede rehabilitar primero un tren de proceso del equipo mediante la alimentación de energía eléctrica del generador de emergencia, mientras se le da mantenimiento a subgenerador de energía eléctrica con el cual se podrá establecer la planta completa.

4.4.2 EQUIPOS Y ENERGIA ELECTRICA USADA EN UN TREN PROCESO

Tren de operación para arranque	Potencia Kw
Carga a planta PTAN CR- 1104 EQUIPADO CON: 2 Bombas BS- 1103 A/B/C	29.84
Canal de desbaste fino RC- 1106 A EQUIPADO CON: Mecanismo de limpieza	0.55
Banda transportadora BTR 110 EQUIPADO CON: Motor	0.55
Desarenador – Desengrasador DES 1110 EQUIPADO CON: Aeroflot Sistema motriz M – 1110 Soplador SO – 1114	2.2 0.18 2.2
Cárcamo de agua de recirculación EQUIPADO CON: Bombas BS- 1121 A/B	3.73
Tanque de selección TQ- 1119 EQUIPADO CON: Agitador sumergible AS-1120 A/B	3.21
Tanque de anoxia – aeración TQA - 1209 EQUIPADO CON: 2 Agitador sumergible AS – 1205 2 Agitador sumergible AS-1203 A/B 2 Actirotor AE - 1201 A/B/C 2 Bombas BS - 1207 A/B	7.46 10 37 9.24
Clarificador de succión CRF – 1311 EQUIPADO CON: Sistema motriz SM – 1313 Soplador SO – 1311	0.37 0.37
Tanque de agua clarificada TQ-1322 EQUIPADO CON: 1 Bombas BC - 1321 A/B	3.73
Tanque de biolodos TQ – 1317 EQUIPADO CON: 2 Bombas BC - 1318 A/B/C 2 Bombas BC - 1319 A/B/C	14.6 4.4

Filtros EQUIPADO CON: 2 Bombas BC - 1320 A/B/C 2 Bombas BC - 1404 A/B 1 Sopladores SO - 1402 A/B	44.8 22.4 18.65
Tanque de agua tratada TQ – 1403 EQUIPADO CON: 2 Bombas BC -1405 A/B 2 Bombas BC - 1406 A/B/C	7.46 149.2
Tanque de agua de desecho TQ - 1407 EQUIPADO CON: 2 Bombas BC - 1408 A/B/C	7.46
	378.93

Tabla 24. Equipos de un tren de proceso con la energía requerida para el arranque.

Generales	Potencia Kw
Extractor CCM Servicio: Ventilador aire forzado CCM	3.7
Aire acondicionado Servicio: Aire frio para PLC y monitores	6
PLC Servicio: Control lógico programable	3
	12.7

Tabla 25. Equipos necesarios para controlar el proceso.

En estas tablas se muestran los equipos instalados para el tren de operación, la suma de los kw que se usara en este tren es de 391.63 y el generador de emergencia puede brindar de 450 kw eso significa que si es factible para usarlo en el arranque de un tren.

4.4.3 LA SECUENCIA DE ARRANQUE DE LA PLANTA CON EL SUBGENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Descripción	No.de tag
Oprimir la función de arranque	Se visualiza en pantalla la función de arranque y paro
Arrancan bombas de CR- 1104	BS- 1103 A/B
No se dispone de un temporizador general para el tiempo de espera, entre arranque de cada uno de los motores que entran en servicio. El rango del temporizador es de 5 a 30 segundos, el ajuste inicial es de 5 segundos	
Arrancan compresor, bomba y soplador del DES 1110 y DES 111	Turbina aeroflot 1112/1113, Sistema motriz- 1110/1111 y SO- 1114/1115
Arrancan sistema de transporte de banda transportadora	Sistema motriz 1107
Arranca bombas de agua de recirculación	BS- 1121 A/B
Arranca agitador de sedimentador primario	AS-1120
Arranca agitador, soplador y bombas del reactor biológico TQA-1209/1210	AS – 1203 A/B, AE- 1201 A/B/C, BS - 1207 A/B Y BS - 1208 A/B
Los agitadores sumergibles, entran en operación de acuerdo a lo indicado en su secuencia automática de operación	
Arrancan bombas y soplador del sedimentador secundario CRF-1314/1311	SM – 1313/1315 y SO – 1312/1316
Arrancan bombas de tanque de agua clarificada	BC - 1321 A/B
Arrancan bombas de tanque de lodos	BC - 1318 A/B/C
Arrancan bombas de alimentación a filtros	BC-1320 A/B/C
Arrancan sistema de filtración	FA-1411/1421/1431
Arrancan bombas a tanque de agua tratada	AE-1406 A/B/C
Arrancan bombas de extracción de lodos.	BC-1219 A/B/C.
Arranca mezclador estático	MZ-1501

Arranca rejilla de espesamiento	REJ-1501
Arrancan bombas de lavado rejilla de espesamiento	BC-1321 A/B
Arrancan compresores de aire	CO-1506 A/B

26. *Secuencia de arranque con el subgenerador de energía eléctrica.*

4.4.4 LA SECUENCIA DE ARRANQUE DE LA PLANTA CON EL GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Descripción	No.de tag
Oprimir la función de arranque	Se visualiza en pantalla la función de arranque y paro
Arrancan bombas de CR- 1104	BS- 1103 A/B
No se dispone de un temporizador general para el tiempo de espera, entre arranque de cada uno de los motores que entran en servicio. El rango del temporizador es de 5 a 30 segundos, el ajuste inicial es de 5 segundos	
Arrancan sistema de transporte de banda transportadora	Motor
Arrancan compresor, bomba y soplador del DES 1110	Turbina aeroflot 1112, Sistema motriz- 1110 y SO-1114
Arranca bombas de agua de recirculación	BS- 1121 A/B
Arranca agitador de sedimentador primario	AS-1120 A/B
Arranca agitador, soplador y bombas del reactor biológico TQA-1209	AS – 1205, AE- 1201 A/B y BS - 1207 A/B
El tablero local de mando TLM-1631 queda energizado y por lo tanto cada uno de los agitadores AG-1632 A/B/C; es colocado en operación por medio de la botonera local (Arranque-paro) correspondiente.	
Los agitadores sumergibles, entran en operación de acuerdo a lo indicado en su secuencia automática de operación	
Arrancan bombas y soplador del sedimentador secundario CRF- 1311	SM – 1315 y SO – 1316
Arrancan bombas de tanque clarificada	BC - 1321 A/B
Arrancan bombas de tanque de biolodos	BC - 1318 A/B

Arrancan bombas de alimentación a filtros	BC-1406 A/B
Arrancan sistema de filtración	FA-1411/1421
Arrancan bombas a tanque de agua tratada	AE-1406 A/B/C

27.secuencia de arranque con el generador de energía.

4.4.5 OPERACIÓN

Por operación se entienden las acciones que garantizan en funcionamiento adecuado, en este caso es del sistema y del proceso biológico de la planta de tratamiento de aguas negras.

La operación de una planta contempla un trabajo rutinario, en general el trabajo diario consiste de la limpieza de las estructuras que determinan el funcionamiento hidráulico de la planta, de los muestreos, así como también de observaciones al afluente y efluente que son necesarios para la evaluación del funcionamiento biológico del reactor. (wildschut, 1998)

Para la operación de la planta se cuenta con:

Un Sistema de Control Supervisorio

Un Controlador Lógico Programable (PLC), con redundancia en CPU y fuente de poder. La interface hombre-máquina, está integrada por dos computadoras personales (PC's).

Centro de control de motores:

Un centro de control de motores (CCM), En el CCM, únicamente se tiene indicación del estatus de los motores

Para seleccionar el modo de operación de cada uno de los motores eléctricos (equipos electromecánicos) se tiene un selector de dos posiciones Remoto-Local.

Tableros locales de mando.

Se tienen los siguientes tableros locales de mando: Tablero local de mando para Rejillas curvas de desbaste fino, para unidad de dosificación polímero y para Rejilla de espesamiento de lodos.

Modos de operación de cada uno de los equipos.

Se tiene un selector de 2 posiciones Remoto–Local al pie de cada equipo electromecánico. En la posición remoto el equipo es controlado por el PLC y se tiene identificación de esta posición en el PLC. La posición remoto es la posición de operación normal de todos los equipos y de la planta en general. La posición local es utilizada exclusivamente para mantenimiento, pruebas y puesta en servicio. En esta posición se tiene asociada una botonera de ARRANQUE-PARO al pie de cada equipo; en esta posición los equipos pierden los permisos de arranque y paro, pero conservan sus protecciones. En estos casos la operación queda totalmente bajo la responsabilidad del operador. (PEMEX, 2007)

Modo de operación del CCM.

En el centro de control de motores CCM, únicamente se tiene indicación del estado que guarda el motor, por medio de dos lámparas indicadoras.

Cuando está en servicio se encuentra con una luz indicadora de color rojo y cuando esta fuera de servicio se encuentra con una luz indicadora de color verde.

Criterio general para operación de equipos de respaldo con operación automática.

En caso de falla de un equipo, el equipo de respaldo entra en operación en forma automática. Todo el tiempo las válvulas de los equipos de respaldo están colocadas en posición de tal forma que permitan la operación automática de los equipos, sin causar contratiempos.

Rejilla de desbase fino

Las rejillas deben limpiarse cuando su contaminación causa represamiento del agua, la frecuencia de la limpieza depende de diferentes factores como:

La procedencia de las aguas negras y el estado del tiempo; la lluvia causa arrastre de material grueso.

Bombas

Diariamente se debe controlar el funcionamiento de las bombas mediante: control del tiempo de funcionamiento y amperaje en la línea para detectar sobrecarga.

En tal caso se debe efectuar limpieza de la bomba. Mediante observación visual se debe controlar el caudal de bombeo. En el caso de obstrucciones en la bocatoma de la bomba o en el impulsor, el caudal disminuirá.

Desarenador - Desengrasador

De acuerdo con la cantidad de arena acumulada y los límites estipulados en el diseño hidráulico de la estructura se debe efectuar la limpieza del desarenador. Normalmente la frecuencia será cada 2 a 3 días. Se aplica lo mismo para el desengrasador se debe de limpiar la rastra superficial por si tiene algún residuo adherido de grasas o aceites.

Tubería de alimentación

Estas tuberías llevan el afluente desde los carchamos de distribución al fondo del reactor. En el tiempo se pueden formar obstrucciones en estos tubos, lo que se puede observar en la cabeza estática entre la columna de agua en el tubo y el nivel del agua en el reactor.

Se debe observar el funcionamiento de los tubos de alimentación. Cuando la cabeza estática en un tubo aumenta se debe limpiar el tubo.

Esto se realiza con un chorro de agua, introduciendo una manguera por la tubería, hasta que el tubo funciona normalmente. Bajo ninguna circunstancia se deben introducir varillas, palos o elementos rígidos.

Tubería de conducción de lodos

El sistema de tubería de conducción de lodos tiene tendencia a taparse después de un tiempo de no utilizarlo. Esto se debe a la longitud de la tubería y la densidad del lodo, que hacen que se forme un tapón de lodo espeso en el final de la tubería. En este caso se debe limpiar la tubería desde arriba con una manguera, en la misma forma que la tubería de alimentación.

OPERACIÓN PROCESO BIOLÓGICO

Muestreo de afluente y efluente

El muestreo de afluente y efluente es la única forma para establecer las eficiencias de remoción y el funcionamiento Biológico del reactor.

La frecuencia de los muestreos de afluente y efluente depende del fin que tenga el muestreo.

Parámetros que son de importancia para la evaluación del comportamiento del reactor son los siguientes:

DQO, DBO, SST, SSV, Temperatura, Alcalinidad, pH, Nitrógeno Total, Nitrógeno amoniacal, Fósforo, Turbidez, SAAM.

Medición de la producción de gas

Se puede evaluar la producción de gas a simple vista (intensidad de burbujeo), y por experiencia evaluar un comportamiento. Una baja considerable en la producción de gas significa en general la presencia de condiciones no favorables al ambiente óptimo para las bacterias metanogénicas, como pH alto o bajo o la presencia de

tóxicos en el afluente. Aunque la probabilidad que tal circunstancia se presente con plantas operadas con aguas residuales domésticas es muy baja, la observación de la producción de gas debe ser considerada fundamental en la operación de la planta.

Observación del efluente

La observación visual de la calidad del efluente da una indicación del funcionamiento de la planta. En una situación normal el efluente debe tener un aspecto claro y debe contener muy poco lodo. Una sobrecarga del reactor se manifiesta en una alta turbiedad del afluente y la presencia de sólidos sin digerir en el efluente.

Esta situación se presenta en el arranque del reactor y debe ser considerado como normal para esta fase a medida que se desarrolla, la calidad del efluente mejorará. Cuando se observa los síntomas de sobrecarga en un reactor en pleno funcionamiento, la producción de gas, aforos de caudal y muestreos de afluente y efluente deben aclarar la razón para la sobrecarga.

La presencia de altas concentraciones del lodo en el efluente indica arrastre del lodo. Esta situación se presenta cuando el reactor contiene demasiado lodo, en cuyo caso se debe purgar el lodo, o cuando la carga hidráulica es demasiado grande. Ya que ambas situaciones pueden ocurrir solamente durante parte del día, la observación de la calidad del efluente se debe efectuar a diferentes horas del día.

Capa flotante

Bajo ciertas condiciones, por ejemplo sobrecarga o presencia de altas concentraciones de grasa la capa flotante tiene una tendencia de crecer. En este caso se debe remover la capa periódicamente para evitar que cause daños en los baffles. Se debe remover la capa del reactor y disponer el material como desechos sólidos. Bajo ninguna circunstancia se debe devolver el material al reactor vía el sistema de distribución o dejarlo arrastrar con el efluente. Lo primero porque la capa flotante consiste de un material que ya fue rechazado por el lodo y lo más probable

es que el mismo material forma una nueva capa flotante. Lo segundo porque el material flotante tiene una alta carga orgánica.

CLARIFICADORES

Es importante reducir el tiempo de permanencia de estos lodos en el clarificador con el fin de evitar posibles problemas generados por fenómenos de anaerobiosis.

Por esta razón existen numerosos puntos de succión de lodos depositados para acelerar el retorno de los mismos y almacenarlos en el centro del equipo. Se puede, también, aumentar la velocidad de rotación de las rastras de fondo sin crear turbulencias inaceptables.

SISTEMA DE FILTRACIÓN Y DESINFECCIÓN

Es importante inspeccionar la arena periódicamente, empezando por drenar los filtros abriendo las tapas de llenado. La arena debe estar a su nivel y hasta la línea de llenado (la soldadura superior). Excave a través de la arena, buscando acumulamiento de arcilla o bolitas de lodo que indiquen la inapropiada dinámica de retro lavado.

Si hay alguna evidencia que los contaminantes alcanzaron la parte baja de la cama de arena, entonces puede ser necesario ajustar la frecuencia del retro lavado y/o su duración.

En casos de contaminación severa, puede ser necesario remover toda la grava y arena y reemplazarlo por material nuevo. (La inspección periódica puede captar la mayoría de las situaciones antes de que se tornen severas).

4.5 PROCEDIMIENTO DE ATENCIÓN POR FALLA ELÉCTRICA PÉRDIDA DE ENERGÍA

Un abastecimiento confiable e interrumpido de energía eléctrica es fundamental cuando hay bombeo y es importante en las plantas. Un fallo o incidencia en la red eléctrica se puede explicar como un apagón o corte no programado de la energía eléctrica, Hay un gran número de razones para la pérdida de energía local o en una amplia área, las cuales pueden ser atribuidas a las posibles causas de la condición de emergencia. (MAUGARD, 2015)

Las siguientes son algunas de ellas:

Inundaciones, viento, sabotaje, daño estructural y fuego.

En caso de evidenciar, presentar cortes o fallas de energía eléctrica se deberá dar aviso al administrador de la planta.

La falla de proceso puede ocurrir ya sea que se presente una pérdida prolongada o corta del flujo eléctrico. En cualquier caso, el desempeño satisfactorio de la planta se ve afectado a tal punto que la función de la planta de tratadora de aguas residuales sería consideradamente cambiada.

Algunos de los efectos podrían resultar en fallas parciales del proceso y eventualmente en una falla total si la condición de emergencia se mantiene por un largo periodo. Por otro lado, algunos efectos podrían resultar en fallas completas del proceso en un corto periodo. La planta cuenta con un sistema para que el tablero de control no pierda su función así como el alumbrado de emergencia usando el generador de energía eléctrica, en caso de que no arranque la planta de emergencia, se activa una alarma “falla de la planta de emergencia”.

El sistema de supervisión conserva visibles todas las pantallas. En cada una de ellas aparece de manera intermitente un recuadro indicando “operación en emergencia”, al recibir el tablero de control la señal de la planta de emergencia en operación, se oprime el botón de arranque de la secuencia de equipos en emergencia. (PEMEX, 2007)

4.5.1 QUE HACER AL PRESENTARSE UNA FALLA ELÉCTRICA EN LA PLANTA

El administrador deberá dar la orden inmediata de conectar el generador de emergencia que permitirá mantener la autonomía de la planta entregando así requerimientos de energía a aquellas unidades que lo necesiten, lo cual permitirá que el tratamiento no tenga ninguna falla ni se puedan presentar daños secundarios por falta de esta. Una vez que la planta de emergencia ha entrado en operación, se puede accionar el botón de inicio de secuencia de arranque de equipos.

Durante la operación en emergencia los equipos conservan todas sus protecciones y permisos de operación.

Para el inicio de la secuencia de arranque en emergencia, se dispone de una función en pantalla para inicio y paro de la misma. Estas funciones de arranque y paro son operables cuando se presenta falla de energía eléctrica y arranque de la planta de emergencia.

En el panel de control se encuentra una función de arranque y paro de la secuencia de arranque en emergencia.

4.5.2 ACCIONES AL RESTABLECIMIENTO DE SUMINISTRO NORMAL DE ENERGÍA

Una vez que suceda la contingencia será responsabilidad del administrador autorizar nuevamente el funcionamiento normal de la PTAN. Al restablecerse el suministro normal de energía la planta de emergencia se mantiene en operación el tiempo establecido en el temporizador destinado para este fin (con un tiempo inicial de 25 minutos), con el objeto de que se enfríe.

Los equipos que estén en operación al momento del restablecimiento normal de energía, continúan con su operación. El arranque de los equipos que estén en condiciones de paro, al restablecimiento del suministro normal de energía, deben ser arrancados por el operador después de verificar las condiciones operativas en las cuales volverán arrancar.

Al restablecimiento normal de energía, todos los equipos electromecánicos que no están cableados a la planta de emergencia quedan fuera de servicio y el operador debe arrancar nuevamente la planta siguiendo la secuencia de operación en servicio normal.

4.5.3 LOCALIZACIÓN DE FALLAS ELÉCTRICAS EN LOS EQUIPOS

Para localizar una falla eléctrica en los equipos se deberá de verificar si sufrió daños durante la falla ocurrida en la planta, para esto se debe realizar los siguientes pasos:

Se debe de reunir la información que se tiene de los equipos, los manuales que se tengan de estos para verificar cuáles son sus parámetros normales de operación y si antes ya había ocurrido algún problema en el arranque de ese equipo, Analizar cuál es el funcionamiento que tiene el equipo en el proceso.

Identificar los parámetros que serán evaluados por las características del equipo, también verificar que los equipos estén conectados perfectamente y que no tengan algún corte físico en los cables de corriente eléctrica.

Para poder identificar la fuente del problema del equipo se puede realizar una comparación de dos equipos iguales, del que se tiene el problema con otro que no tenga problemas de funcionamiento. (Bechard, 2010)

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIÓN

Mediante la información presentada en el proyecto nos permite establecer las siguientes conclusiones:

Con la rehabilitación y la puesta en marcha de la PTAN, mejorará la calidad del efluente vertido al mar de salina cruz y aumentará la capacidad de agua a tratar.

Una vez estabilizado el sistema de tratamiento se espera el cumplimiento con la normatividad ambiental vigente, también la disminución de consumo de agua de la presa de Benito Juárez que está ubicada en el municipio de Santa María Jalapa de Marques, Oaxaca.

Las estructuras de la planta de aguas negras se encuentran en buen estado, sin embargo, requiere del mantenimiento correctivo para su uso. Empezando por la reparación del subgenerador de energía eléctrica y del generador emergencia, ya sea para poner en operación la planta completa o un tren de operación del proceso.

Realizando las reparaciones necesarias de la planta de tratamiento de aguas negras y teniendo los datos del proceso, se puede afirmar que el efluente de salida cumple con los parámetros establecidos de las normas oficiales mexicanas; sin embargo esta información se debe corroborar realizando los respectivos análisis de laboratorio del agua de salida una vez finalizado el proceso de arranque.

Para concluir hacemos énfasis del lo importante que es el mantenimiento preventivo, ya que con un mantenimiento constante se puede evitar que las estructuras presenten fallas y deterioros. En este caso la solución para restaurar a su función normal del proceso es el mantenimiento correctivo, esperamos que la información que aquí proporcionamos sea útil.

5.2 RECOMENDACIONES

Revisión de los equipos de proceso cada seis meses y limpieza de los mismos para alargar la vida útil de ellos. Cursos sobre mantenimiento y operación de los equipos al personal que trabaje en la planta en el momento de su funcionamiento.

Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y/o correctivo con reparaciones mayores en el momento de operación de la planta.

CAPITULO VI

6.1 COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

Esta residencia profesional permitió reafirmar los conocimientos adquiridos durante la estancia en la carrera de Ingeniería Química, demostrando de esta forma la capacidad de operar y optimizar un proceso industrial químico de acuerdo a las normas de higiene y seguridad, para analizar, e implementar estrategias realizadas en la propuesta para la rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas negras.

Colaborando en equipos interdisciplinarios y multiculturales en el ámbito laboral, utilizando tecnologías de la información y comunicación como herramientas en la construcción de soluciones a problemas de ingeniería

Así como proporcionar programas de mantenimiento a equipos e instalaciones, control de producción y productividad.

6.2 GLOSARIO

Absorción: Asimilación de moléculas o de otras sustancias dentro de la estructura física de un líquido o un sólido sin reacción química.

Acidez: La capacidad cuantitativa del medio acuoso para reaccionar con los iones.

Ácido: En las torres de enfriamiento es usado como un Inhibidor de incrustación.

Afluyente: Agua o líquido que fluye directamente hacia dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Agua gris: Agua proveniente de las descargas de los servicios en lavabos, duchas y de las vertidas en los procesos de limpieza de pisos y de lavado de ropa y blancos.

Agua negra: Agua proveniente exclusivamente de las descargas de usos en servicios sanitarios tales como WC y mingitorios.

Aguas residuales tratadas: Son aquellas aguas residuales que mediante procesos individuales o combinados de tipo físicos, químicos, biológicos u otros, se han adecuado para hacerlas aptas para su reutilización o descarga.

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos industriales, de servicios y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas (Aguas congénitas, Aguas aceitosas, aguas grises, aguas negras entre otras).

Alcalinizad: Por definición, la alcalinidad total es aquella que reaccionara con ácido mientras que el pH de la muestra se reduce hasta el punto final del anaranjado de metilo a un pH de aproximadamente 4.2.

Atm: atmosfera.

Base: Sustancia alcalina. (Base).

Biocida: Producto químico usado para controlar la población de microbios perjudiciales.

Bls (barriles): cantidad de la capacidad de almacenamiento de los tanques.

Calor: Es una forma de energía.

Canal de comunicación a celdas: Es el conducto por la cual se dirigen las corrientes de agua de las celdas a la fosa de succión de bombas.

Cloro residual: La cantidad de cloro disponible presente en el agua a cualquier tiempo

Cloro: Es un Biocida que elimina algas, lamas, hongos, microorganismos y al combinarse hacen un choque.

Coloides: Materia de muy fino tamaño de partícula, por lo general en el intervalo de 10^{-5} a 10^{-7} cm de diámetro.

Concentración: Proceso de incrementar los sólidos disueltos por unidad de volumen de solución, en general por evaporación del líquido; también es la cantidad de material disuelto en una unidad de volumen de solución.

Conductividad: Capacidad de una sustancia para conducir calor o electricidad. La conductividad eléctrica se expresa por lo general en micro mhos/cm.

Contaminante: Cualquier componente extraño presente en otra sustancia; por ejemplo, cualquier cosa en el agua que no sea H₂O es un contaminante.

Contaminantes básicos: Son aquellos compuestos y características que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales (grasas, aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, DBO₅, Nitrógeno Total, Fosforo Total, Temperatura y pH).

Cuerpo receptor: Son las corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas

residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo, subsuelo o los acuíferos.

Deaeración: proceso de eliminar la mayor cantidad de oxígeno del agua de alimentación a calderas para evitar daños de corrosión.

Densidad: Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

Diagrama de flujo: Es una representación gráfica de las secuencias de un proceso, presenta información clara, ordenada y concisa.

Difusor: Línea que dosifica el agua clorada por medio de sus orificios (aspersores).

Dureza: Concentración de sales de calcio y magnesio en el agua. Dureza es un término que originalmente se refiere al poder consumidor de jabón respecto al agua; como tal, también se toma a veces para incluir el hierro y el manganeso. "Dureza permanente" es el exceso de dureza sobre la alcalinidad. "Dureza temporal" es la dureza que es igual o menor que la alcalinidad. Estas se designan también como dureza "no-carbonato" o "carbonato", respectivamente.

Emulsión: Dispersión coloidal de un líquido en otro.

Endotérmico: Que absorbe calor.

Energía: Es la capacidad para realizar un trabajo.

Entalpía: Contenido total de calor de un cuerpo.

Exactitud: Una medida del grado de conformidad de un valor generado por un procedimiento específico al valor verdadero presumido o aceptado e incluye precisión.

Exotérmico: Que desprende calor.

Filtración: Proceso de separación de sólidos de un líquido por medio de una sustancia

Filtrado: Líquido remanente después de la remoción de los sólidos como torta en un filtro.

Fluido: Se dice de los cuerpos cuyas moléculas tienen entre sí poca o ninguna cohesión y toman la forma del recipiente que los contiene, como los gases o los líquidos.

Flujo: Es la cantidad de fluido que pasa de un lugar a otro en un tiempo determinado.

Índice de estabilidad: Modificación empírica del índice de saturación usado para predecir las tendencias corrosivas, o de incrustación, en los sistemas de agua.

Índice de saturación: Relación entre el carbonato de calcio, el pH, la alcalinidad y la dureza de una agua para determinar su tendencia de formación de incrustaciones.

Inhibidor: Producto químico que interfiere con una reacción química, como la corrosión o la precipitación.

Ion: Átomo o radical en solución que lleva una carga eléctrica integral, tanto positiva [catión] como negativa [anión]. (Ion)

KV (kilovoltio): es la unidad derivada del Sistema Internacional para el potencial eléctrico, la fuerza electromotriz y la tensión eléctrica.

Límite Máximo Permisible (LMP). Valor o intervalo asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales o en el agua tratada para reúso.

Línea de reactivos: Sirven para reacondicionamiento de agua clorada, ácido y distintos agentes químicos.

Lodo residual: Subproducto generado en el tratamiento de agua residual en forma de sedimento o asentamiento.

Mineral: Cualquier material inorgánico u orgánico fosilizado que tenga composición química y estructura definidas y que se encuentre en estado natural.
(Mineral)

Monómero: Una molécula, por lo general un compuesto orgánico, que tiene la capacidad de unirse con un cierto número de moléculas idénticas para formar un polímero.

Nivel: Es la altura que alcanza un fluido contenido dentro de un recipiente.

PH: Manera de expresar la concentración de ion hidrogeno con términos de potencias de 10; el logaritmo negativo de la concentración de ion hidrogeno. (PH)

Polímero: Cadena de moléculas orgánicas producida por la unión de unidades primarias llamadas monómeros.

Presión: Fuerza ejercida sobre una superficie por cada unidad de su área. La unidad es el Pascal.

Purga de fondos: Sirve para vaciado de la presa limpieza de la misma y control de “sólidos” lodos etc.

Rejillas: Sirven para aumentar superficie de contacto agua-aire y también para disminuir caída del agua a su velocidad natural.

Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y demás ordenamientos que de ella deriven.

S.E. (subestación. Eléctrica): es una instalación destinada a establecer los niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de la energía eléctrica.

Sedimentación: Asentamiento por gravedad de las partículas sólidas en un sistema líquido.

Selectividad: Orden de preferencias de un material intercambiador de iones por cada uno de los iones en el medio acuoso que lo rodea.

Sistema de tratamiento: Todas las instalaciones e infraestructuras necesarias que mediante procesos u operaciones unitarias individuales o combinadas de tipo físico, químico, biológico u otro, se han diseñado para el saneamiento de las aguas residuales con el fin de hacerlas aptas para su reutilización o descarga a un cuerpo receptor o red de alcantarillado, incluyendo las acciones de recolección, transporte del agua residual, su depuración y la de los subproductos generados en el transcurso de estas acciones.

Soloaire: Los Soloaires son equipos en los cuales se retira calor de una corriente de proceso (en una operación de enfriamiento y/o condensación) usando aire como medio refrigerante.

T/hr (toneladas / hora): hace referencia a la capacidad de producción.

Temperatura: Grado de calor de la atmósfera o de los cuerpos. También el estado de los cuerpos percibido por el sentido del tacto, gracias al cual observamos que están más o menos calientes o fríos.

Turbiedad: Suspensión de partículas finas que oscurecen los rayos de luz y que requieren de muchos días para sedimentarse debido al pequeño tamaño de partícula.

UDAS: Unidad desmineralizadora de agua.

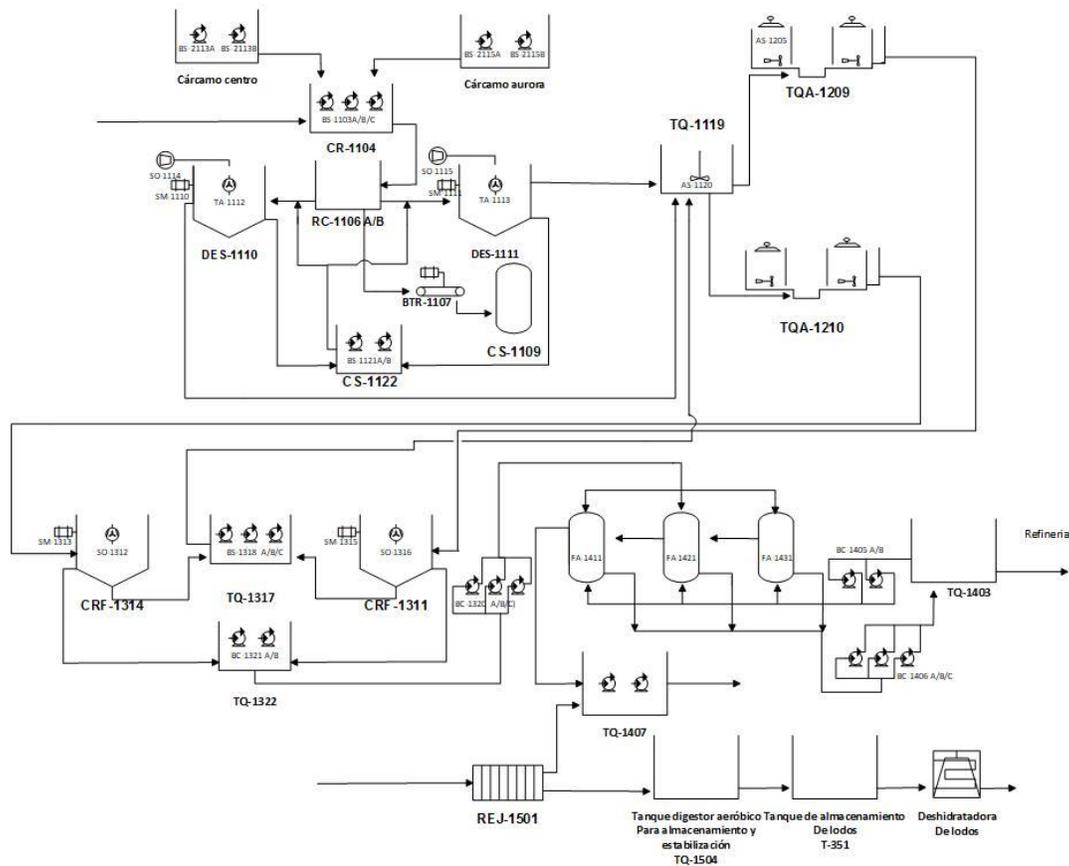
CAPITULO VII

7.1 FUENTES DE INFORMACION

- ALDBERTO, J. L. (22 de MAYO de 2013). *PRONATURA SUR*. Obtenido de PRONATURA SUR: http://www.pronatura-sur.org/web/docs/Tecnologia_Aguas_Residuales.pdf
- ALEJANDRO, E. (13 de MAYO de 2005). *catarina udlap*. Obtenido de BIBLIOTECA udlap: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/hammeken_a_am/
- Bechard, P. (21 de MARZO de 2010). *reliabilityweb*. Obtenido de reliabilityweb: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/localizacion-de-fallas-electricas/>
- BELZONA. (12 de FEBRERO de 2008). *BELZONA*. Obtenido de BELZONA INTERNATIONAL: https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf
- CIDTA. (17 de ULIO de 2010). *CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL AGUA*. Obtenido de CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL AGUA: <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>
- Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (ABRIL de 13 de 2004). *Fibras y Normas de Colombia S.A.S.* Obtenido de Fibras y Normas de Colombia S.A.S.: <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/aguas-negras-definicion-tratamiento-procesos-cambio/>
- google maps. (3 de enero de 2018). *google*. Obtenido de google: <https://www.google.com/maps/place/A+la+Refiner%C3%ADa,+Salina+Cruz,+Oax./@16.2180049,-95.189099,17z/data=!4m5!3m4!1s0x85bfe5b309bdb6a9:0x3a5665586f155345!8m2!3d16.2193545!4d-95.1871812>
- IMPORTANCIA DE DIAGRAMAS. (9 de JUNIO de 2014). *DIAGRAMAS*. Obtenido de DIAGRAMAS: <https://www.importancia.org/diagramas-de-flujo.php>
- MAUGARD, J. (1 de MARZO de 2015). *killmybill*. Obtenido de killmybill: <https://www.killmybill.es/que-hacer-fallo-suministro-electrico/>
- PEMEX. (2007). *MANUAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS*. SALINA CRUZ, OAXACA: PEMEX.
- PEMEX. (5 de DICIEMBRE de 2018). *PEMEX*. Obtenido de PETROLEOS MEXICANOS: <http://www.pemex.com>
- wildschut, I. (12 de abril de 1998). *bvsde*. Obtenido de bvsde: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/000866/000866j.pdf>

7.2 ANEXOS

1) DIAGRAMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS (PTAN) REFINERÍA "ING. ANTONIO DOVALI JAIME"

CR- 1104: Cárcamo de bombeo.

BTR-1107: Banda transportadora.

DES-1110 y DES-111: Desarenador/Desengrasador.

TQ-1119: Tanque de selección.

CRF 1314/1311: Clarificador.

TQ-1322: Tanque de agua clarificada.

TQ-1403: Tanque de agua tratada.

TQ-1504: Tanque digestor de lodos

RC-1106 A/B: Rejilla de desbaste fino.

CS-1109: Contenedor de sólidos.

CS-1122: Cárcamo de agua de recirculación.

TQA-1209/1210: Tanque de anoxia/aeración.

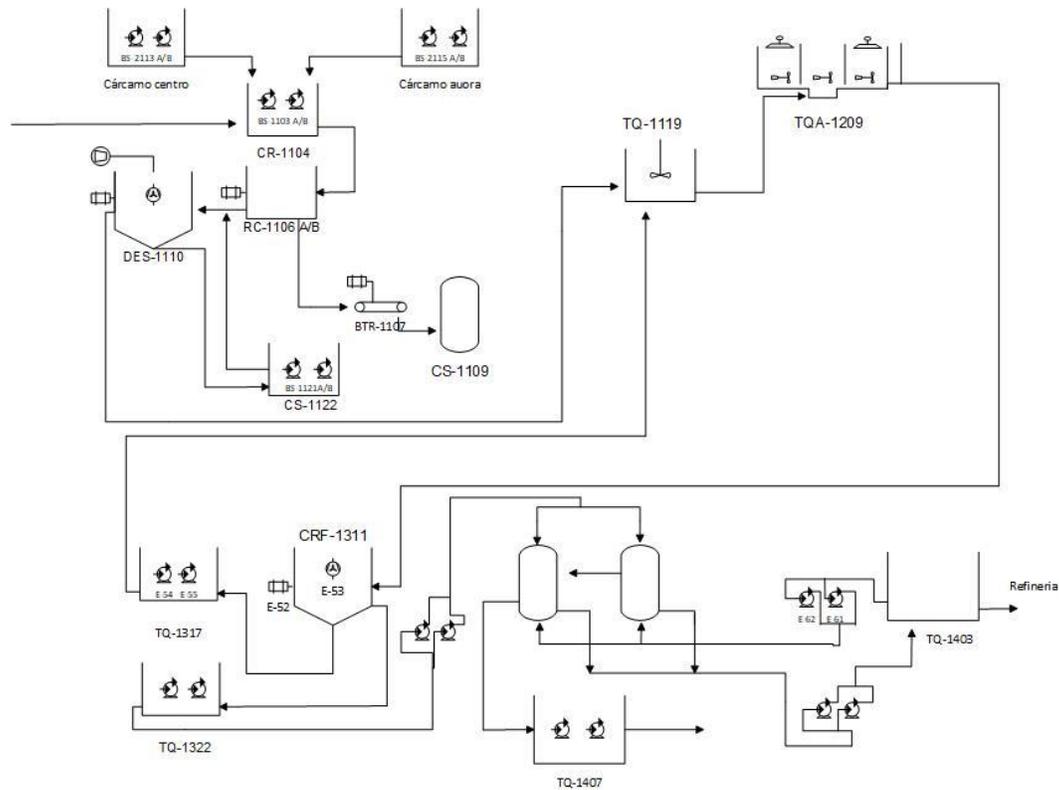
TQ-1317: Tanque de biolodos.

FA-1411/1421/1431: Filtros de arena.

REJ-1501: Espesamiento de lodos.

T-351: Tanque de almacenamiento de lodos

2) DIAGRAMA DE UN TREN DE PROCESO DEL TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS (PTAN) REFINERIA "ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME"; UN TREN DE PROCESO

CR- 1104: Cárcamo de bombeo.

BTR-1107: Banda transportadora.

DES-1110 y DES-111: Desarenador/Desengrasador.

TQ-1119: Tanque de selección.

CRF 1314/1311: Clarificador.

TQ-1322: Tanque de agua clarificada.

TQ-1403: Tanque de agua tratada.

RC-1106 A/B: Rejilla de desbaste fino.

CS-1109: Contenedor de sólidos.

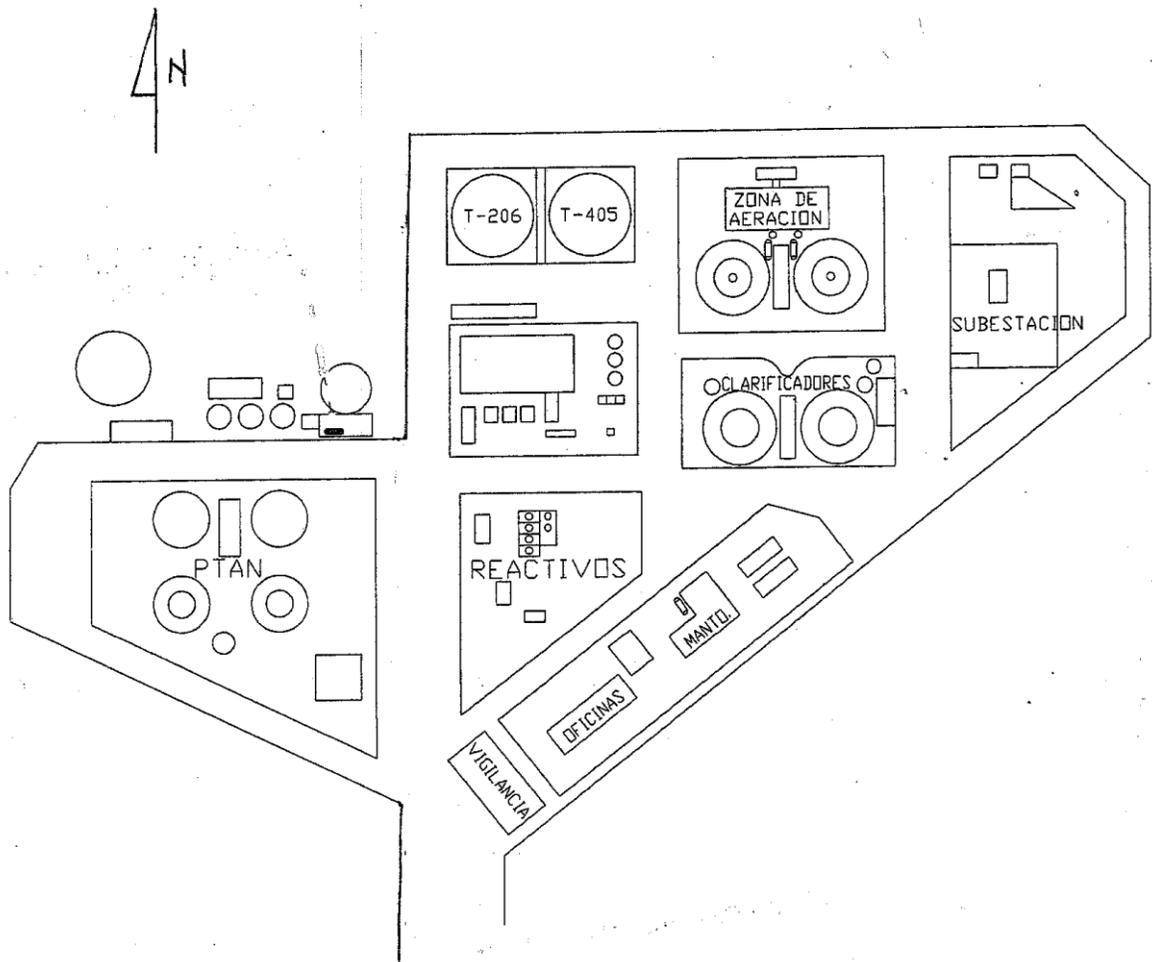
CS-1122: Cárcamo de agua de recirculación.

TQA-1209/1210: Tanque de anoxia/aeración.

TQ-1317: Tanque de biolodos.

FA-1411/1421/1431: Filtros de arena.

3) LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA PTAN



CROQUIS LOCALIZACION

5) CALCULOS USADOS EN EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS

Relación F/M (Comida/Microorganismos):

Esta relación caracteriza el equilibrio biológico del tratamiento quiere decir:

$$F / M = \frac{\text{cantidad de comida}}{\text{cantidad de microorganismos a alimentar en el tanque de aeración}}$$

La relación se puede escribir así también:

$$F / M = \frac{\text{kg DBO}_5/\text{día (ingresados en el tanque biológico)}}{\text{kg SSV (en el tanque biológico)}}$$

Cálculo de esta relación:

El cálculo más frecuente es:

$$F / M = \frac{Q \times [\text{DBO}_5]}{V_{\text{ta}} \times [\text{SSV}]_{\text{TA}}}$$

Con:

Q = Flujo diario (m³/día) que entra en el tanque biológico

[DBO₅] = Concentración promedio (kg/m³) de DBO₅ a la entrada del tanque biológico

V_{ta} = Volumen del tanque de aeración (m³)

[SSV]_{TA} = Concentración (kg/m³) de sólidos volátiles de los lodos en el tanque biológico.

Tiempo de retención

Es el tiempo de retención hidráulica del agua en un tanque (desarenador, tanque biológico, clarificador, tanque de reactivación) que permite que se haga para lo que el tanque fue previsto:

- Sedimentación, separación para el desarenador y el clarificador
- Poner en contacto, absorción, respiración y asimilación para el tanque biológico

Depende de dos factores:

- El volumen V del tanque considerado (m³)
- El flujo Q del agua cruzando este tanque (m³/h)

$$tr = \frac{V}{Q}$$

Este parámetro es bastante teórico. No toma en cuenta algunos fenómenos que pueden suceder: por ejemplo, camino de preferencia en el tanque, mezcla no homogénea, que tienen una consecuencia para el tiempo de retención.

El flujo del efluente no es constante (o es muy raro). Por eso se calcula

$$tr_{\text{mínimo}} = \frac{\text{Volumen}}{\text{FlujoHorarioPico}}$$

Generalmente el tiempo de retención promedio y el tiempo de retención mínimo.

$$tr_{\text{promedio}} = \frac{\text{Volumen}}{\text{FlujoHorario Promedio}}$$

El tiempo de retención no es el mismo que el tiempo de contacto (tc).

Así para el tanque biológico, tenemos:

$$tc = \frac{V_{ta}}{(R + Q)}$$

Con R = flujo de Recirculación.

El cálculo del F/M utiliza el cálculo siguiente:

$$F / M = \frac{Q * [DBO_5]}{V_{ta} * SSV}$$

Es decir:

$$F / M = \frac{1}{tr} * \frac{[DBO_5]}{[SSV]}$$

Así entre más alta es la F/M, el tiempo de retención es más bajo. (PEMEX, 2007)

Edad de los lodos

La edad de los lodos es el tiempo de retención de los lodos en los tanques del tratamiento biológico. Claro que es mucho más largo que el tiempo de retención del agua a tratar por el hecho de la recirculación de los lodos decantados en el clarificador hacia la zona de reactivación.

- La edad de los lodos determina numerosos aspectos del tratamiento:
- Tamaño y densidad del floc biológico
- Nivel de mineralización (% SSV) del lodo biológico
- Presencia de las bacterias de la nitrificación
- Presencia y diversidad de la micro fauna depredadora de las bacterias

La edad de los lodos depende de dos factores:

- La cantidad S_t de lodos en el tanque biológico (kg SST)
- La cantidad promedio de lodos en exceso L_{ex} quitados del tratamiento biológico (kg SST/día)

$$Edad\ de\ lodos\ (días) = \frac{S_t}{L_{ex}}$$

La forma de cálculo más utilizada se escribe:

$$E = \frac{[SST]_{ta} * V_{ta}}{[SST]_{Lex} * Q_{Lex}}$$

Con:

Q_{Lex} = Flujo diario de lodos en exceso (m^3/d)

$[SST]_{ta}$ = Concentración (kg/m^3) de SST de los lodos activados

V_{ta} = Volumen del tanque biológico (m^3)

$[SST]_{Lex}$ = Concentración (Kg/m^3) de SST de los lodos en exceso

Este cálculo no toma en cuenta la cantidad de lodos que están en el clarificador, ni la salida de sólidos suspendidos en el agua tratada. (PEMEX, 2007)

Para hacer una determinación más precisa, podemos utilizar la fórmula siguiente:

$$E = \frac{[SST]_{ta} * (V_{ta} + 0.75 V_{cl})}{([SST]_{Lex} * Q_{Lex}) + ([SST]_{at} * Q)}$$

Con Q = Flujo de agua tratada (m^3/d)

$[SST]_{at}$ = Concentración de sólidos suspendidos en el agua tratada (kg/m^3)

V_{cl} = Volumen útil del clarificador

El índice de lodos:

Este parámetro permite juzgar la capacidad de los lodos a decantar. Es el volumen ocupado por un gramo de lodo, después de 30 minutos de decantación en una probeta transparente de un litro.

Entonces depende de dos factores:

- El volumen de lodos decantados V_{30} (ml/l)
- La concentración de los sólidos suspendidos de los lodos (g/l)

$$IVL (ml / g) = \frac{V_{30}}{[SST]}$$

En el volumen decantado V_{30} (ml/l) se mide la masa SST (g/l), V_{30} tiene que ser inferior a 300 ml. Si no, hay que hacer una dilución de los lodos con el agua tratada antes de hacer la prueba. En este caso hay que tomar en cuenta la dilución:

$$V_{30} = V_{30} \text{ medido} \times \text{dilución}$$

Se utiliza también el índice de MOHLMAN (IM), para caracterizar la capacidad de los lodos a la decantación. Se calcula con el volumen V_{30} sin hacer ninguna dilución. Entonces, para los lodos poco concentrados (menos de 3 g/l) IVL es igual a IM. (PEMEX, 2007)

Velocidad ascensional

La velocidad ascensional, que se llama también carga hidráulica superficial, se calcula para todos los tanques de decantación: Desarenador, decantador, clarificador). Es una medición de la velocidad de ascenso del agua (decantada o clarificada) que se opone a la velocidad de sedimentación (o decantación) V_d de las partículas (Sólidos suspendidos, o floc biológico).

Para conseguir una buena separación entre el agua y estas partículas, hay que prever (concepción) y mantener (operación) las condiciones hidráulicas para que:

- V_a sea mucho mas inferior que V_d

La velocidad ascensional depende de dos factores:

- El flujo del efluente (Q en m^3/h)
- El área superficial del tanque de decantación S (superficie del espejo del agua en m^2)

La velocidad ascensional se calcula así:

$$V_a (m/h) = \frac{Q}{S}$$

Nota 1: Para el tiempo de retención, hay que calcular:

$$Va \text{ promedio} = \frac{Q \text{ horario promedio}}{\text{Superficie}}$$

$$Va \text{ máxima} = \frac{Q \text{ horario pico}}{\text{Superficie}}$$

La determinación de la velocidad ascensional en un clarificador no toma en cuenta el flujo de recirculación de los lodos decantados. De la misma manera, el flujo de los lodos en exceso se está considerado desdeñable. (PEMEX, 2007)

PRODUCCIÓN DE LODOS BIOLÓGICOS

Los criterios a tomar en cuenta

La producción de lodos en el tratamiento biológico se base en dos fenómenos:

- La acumulación de sólidos suspendidos que no son biodegradables
- El crecimiento de la biomasa

La acumulación de los Sólidos Suspendidos no biodegradables

Una parte de los sólidos suspendidos contenido en el efluente no son biodegradables.

Son:

- Los Sólidos suspendidos minerales
- Los sólidos suspendidos orgánicos pero no biodegradables

Durante el tratamiento estas partículas se atrapan en los floc biológicos (absorción) y así se encuentran integrados en los lodos biológicos.

Cuando la planta tiene un decantador primario, este fenómeno se reduce mucho. (PEMEX, 2007)

El crecimiento de la biomasa

Este crecimiento corresponde a los cambios de la población de bacterias que vienen de dos reacciones antagonistas:

- La multiplicación del número de bacterias proporcionalmente a la cantidad de contaminación biodegradable a eliminar
- La desaparición (mortalidad) de una parte de las bacterias o por destrucción de las celdas de las bacterias (autólisis) o por el acción de los depredadores de las bacterias.

Resumen. La producción de lodos biológicos (sin tratamiento del fósforo) se debe a:

- Las características del agua negra a tratar (SST, DBO5)
- El diseño del tratamiento biológico (F/M)

Producción = Extracción

Para el tratamiento con lodos activados, la producción de lodos da un exceso que hay que quitar, arreglando el sistema de extracción de lodos en exceso.

Pero hay que tomar en cuenta que una parte pequeña de estos lodos se va en el agua de salida (máximo 30 mg/l de SST para esta planta). Son las fugas de sólidos suspendidos que pueden significar la extracción excesiva de sólidos.

Producción de lodos biológicos = extracción de lodos en exceso + fugas de SST en la salida. (PEMEX, 2007)