

FONDO SECTORIAL CONAGUA-CONACYT

“DIAGNÓSTICO GENERAL DE OPERACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) MUNICIPALES CON INFLUENCIA INDUSTRIAL CONFORME A LA NOM-001-SEMARNAT-1996 Y CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA”

DIAGNÓSTICO DE LA PTAR

“CERRO DE LA ESTRELLA”

IZTAPALAPA, CDMX

ÍNDICE

Contenido

1. INFORMACIÓN DE LA PTAR.....	8
1.1. Datos generales.....	8
1.2. Ubicación	8
1.3. Influente industrial.....	9
2. DESCRIPCIÓN DE LA PTAR.....	11
2.1. Descripción de proceso	11
2.2. Unidades de proceso.....	12
2.2.1. Tren norte	13
2.2.2. TREN SUR.....	16
3. MEMORIA DE CÁLCULO	21
3.1. Datos de diseño.....	21
3.2. Criterios de diseño.....	22
3.2.1. Pretratamiento	22
3.2.2. Sedimentadores primarios.....	22
3.2.3. Reactor biológico	23
3.2.4. Requerimientos de aire	23
3.2.5. Sedimentador secundario	24
3.2.6. Comentarios generales.....	25
4. DIÁGNOSTICO DE PERSONAL.....	26
4.1. Recursos Humanos.....	26
4.2. Evaluación de conocimientos	26
4.3. Capacitación	27
4.3.1. Cursos de capacitación recibidos	27
4.3.2. Temas de capacitación solicitados	27
5. SEGURIDAD.....	28
6. LABORATORIO	30

7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HISTÓRICA	32
7.1. Cumplimiento de descarga	32
7.1.1. Título de concesión de descarga.....	32
7.1.2. Análisis de calidad del agua.....	32
7.2. Proceso	37
7.3. Mantenimiento.....	40
8. TRABAJOS DE CAMPO.....	41
8.1. Inspección de campo de la PTAR	41
8.3. Equipos electromecánicos.....	53
8.4. Muestreo y calidad del agua residual	55
8.4.1. Resultados de análisis de laboratorio	59
8.4.2. Análisis realizados en campo.....	62
9. ACTIVIDADES DE MEJORA Y RECOMENDACIONES	92

Índice de Tablas

Tabla 1 Datos generales	8
Tabla 2 Ubicación y contacto	9
Tabla 3 Descargas de aguas residuales industriales en CDMX.....	10
Tabla 4 Calidad del agua utilizada en el diseño de la PTAR	21
Tabla 5 Calidad del agua del efluente de la PTAR Cerro de la Estrella	33
Tabla 6 Promedio mensual de caudal, alcalinidad y sólidos sedimentables	38
Tabla 7 Parámetros evaluados	57
Tabla 8 Resultados de laboratorio de muestra compuesta	61
Tabla 9 Tiempo de sedimentación (volumen de lodos en mL).....	63
Tabla 10 Características de las pruebas de sedimentación	66
Tabla 11 Índice volumétrico de lodos (IVL)	71
Tabla 12 Manto de lodos en sedimentadores primarios (cm)	73
Tabla 13 Manto de lodos en sedimentadores secundarios (cm)	75
Tabla 14 Determinaciones de OD y pH.....	78

Índice de figuras

Figura 1 Tipos de descargas industriales en CDMX	10
Figura 2 Tren de tratamiento de la PTAR Cerro de la Estrella	11
Figura 3 Cárcamo y canal de distribución del influente	12
Figura 4 Cárcamo y canal de distribución del influente	13
Figura 5 Sedimentadores primarios Norte	14
Figura 6 Zona de celda anóxica y reactor de lodos activados Norte	15
Figura 7 Sedimentador secundario Norte	15
Figura 8 Filtros de arena Norte	16
Figura 9 Sedimentadores primarios Sur 9-12	16
Figura 10 Zona de celda anóxica y reactor de lodos activados Sur 9-12	17
Figura 11 Sedimentador secundario Sur	17
Figura 12 Filtros de arena Sur 9-12	18
Figura 13 Celda anóxica y reactor de lodos activados 13 y 14	18
Figura 14 Reactor de lodos activados Sur 13 y 14	19
Figura 15 Sedimentador secundario Sur 13 y 14	19
Figura 16 Filtros de arena Sur 13 y 14	20
Figura 17 Tanque de cloración general	20
Figura 18 Entrega de material didáctico	27
Figura 19 Zonas de riesgo en la PTAR Cerro de la Estrella	28
Figura 20 Equipo de laboratorio	30
Figura 21 Seguridad en el laboratorio	31
Figura 22 Promedio mensual del caudal 2019	39
Figura 23 Promedio mensual de alcalinidad 2019	39
Figura 24 Promedio mensual de sólidos sedimentables 2019	40
Figura 25 Estado físico de las estructuras metálicas de la PTAR	41
Figura 26 Estado de la obra civil de la PTAR	42
Figura 27 Falta de tapas de registros	42

Figura 28 Reactores biológicos Tren Norte.....	43
Figura 29 Manguera de purga de condensados.....	44
Figura 30 Reactores biológicos Tren Sur	45
Figura 31 Registro fotográfico de reactores (Parte 1).....	46
Figura 32 Registro fotográfico de reactores (Parte 2)	47
Figura 33 Registro fotográfico de reactores (Parte 3)	48
Figura 34 Registro fotográfico de reactores (Parte 4)	49
Figura 35 Registro fotográfico de reactores (Parte 5)	50
Figura 36 Registro fotográfico de reactores (Parte 6)	51
Figura 37 Registro fotográfico de reactores (Parte 7).....	52
Figura 38 Equipos electromecánicos fuera de servicio.....	53
Figura 39 Etiquetas en equipos electromecánicos.....	54
Figura 40 Equipos electromecánicos en funcionamiento	54
Figura 41 Estado físico de los equipos electromecánicos y la obra civil....	55
Figura 42 Puntos de muestreo	56
Figura 43 Parámetros de campo de muestra compuesta.....	59
Figura 44 Coliformes fecales y <i>E. coli</i> de muestra compuesta	60
Figura 45 Toxicidad aguda (<i>Vibrio fischeri</i>) de muestra compuesta.....	62
Figura 46 Sedimentación Unidad I Reactores 1-4.....	64
Figura 47 Sedimentación Unidad II Reactores 5-8.....	64
Figura 48 Sedimentación Unidad III Reactores 9-12	65
Figura 49 Sedimentación Unidad IV Reactores 13 y 14.....	65
Figura 50 Lodos en prueba de sedimentación Unidad I reactores 1-4	67
Figura 51 Lodos en prueba de sedimentación Unidad II reactores 5-8.....	68
Figura 52 Lodos en prueba de sedimentación Unidad III reactores 9-12 ..	69
Figura 53 Lodos en prueba de sedimentación Unidad IV reactores 13 y 14	70
Figura 54 Volumen de lodo final, SST e IVL.....	72
Figura 55 Media caña en el sedimentador primario	73

Figura 56 Media caña en el sedimentador secundario	76
Figura 57 Equipos para la medición de pH y OD y determinaciones en campo	77
Figura 58 pH y OD en el reactor 1.....	80
Figura 59 pH y OD en el reactor 2.....	81
Figura 60 pH y OD en el reactor 3.....	81
Figura 61 pH y OD en el reactor 4.....	82
Figura 62 pH y OD en el reactor 5.....	83
Figura 63 pH y OD en el reactor 6.....	83
Figura 64 pH y OD en el reactor 7	84
Figura 65 pH y OD en el reactor 8.....	85
Figura 66 pH y OD en el reactor 9.....	85
Figura 67 pH y OD en el reactor 10.....	86
Figura 68 pH y OD en el reactor 11.....	87
Figura 69 pH y OD en el reactor 12	88
Figura 70 Mezclador del reactor 12	89
Figura 71 pH y OD en el reactor 13	89
Figura 72 pH y OD en el reactor 14.....	90
Figura 73 Reactor 14.....	90

1. INFORMACIÓN DE LA PTAR

1.1. Datos generales

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Cerro de la Estrella”, fue construida el año 1968 e inicio sus operaciones en 1971. La PTAR recibe las aguas residuales que se generan en las delegaciones Benito Juárez, Iztacalco, Coyoacán e Iztapalapa. Está diseñada para un caudal de 4,000 L/s y actualmente opera con un gasto de 800 L/s mediante un proceso biológico aerobio conformado por dos trenes de tratamiento de lodos activados (Tren Norte y Tren Sur). El efluente de la PTAR es utilizado para riego de jardines, riego agrícola y recarga de cuerpos de agua en las Delegaciones de Iztapalapa, Xochimilco y Tláhuac. En la Tabla 1 se presentan los datos generales de la planta.

Tabla 1 Datos generales

Año de construcción	1968	Inicio de operación	1971
Delegaciones de los cuales recibe descargas	Benito Juárez, Iztacalco, Coyoacán e Iztapalapa	Población servida	3,288,781
Actualización más reciente	2007	Tipo de tratamiento	Lodos activados
Gasto de diseño	4,000 L/s	Gasto de operación	800 L/s

1.2. Ubicación

La PTAR “Cerro de la Estrella” se encuentra ubicada en Avenida San Lorenzo No. 312, colonia San Juan Xalpa, Delegación Iztapalapa en la Ciudad de México. La planta es operada por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX). En la Tabla 2 se muestran los datos de ubicación y contacto de la PTAR.

Tabla 2 Ubicación y contacto

Ubicación	
Nombre de la PTAR	Cerro de la Estrella
Calle y número	Av. San Lorenzo No. 312
Colonia y C.P	San Juan Xalpa, 09839
Municipio y estado	Iztapalapa, Ciudad de México
Coordenadas	Lat. 19°20'11.84"N Long. - 99° 4'29.38"O
Contacto	
Nombre	Ing. Sergio Nuñez Arias
Correo electrónico	sergionuas@gmail.com
Puesto	Jefe de oficina
Teléfono	5525104680



1.3. Influente industrial

De acuerdo a la información proporcionada por el personal de la PTAR se desconoce si hay presencia de influentes industriales. Sin embargo, el Registro de descargas de Aguas Residuales de la Ciudad de México (2015) menciona que existe un total de 570 descargas provenientes de la industria, 1131 provenientes de servicios y 430 provenientes de comercios en las delegaciones que descargan a la PTAR “Cerro de la Estrella” como puede observarse en la Tabla 3, lo cual representa un 40.8%, 27.3% y 38.2% del total de las descargas industriales, de servicios y de comercios de la CDMX. De acuerdo a estos datos el flujo de agua residual que se produce en estas delegaciones es de 228.9 L/s, lo que representaría el 32.7% del influente que llega a la PTAR “Cerro de la Estrella” con el caudal de operación actual.

Tabla 3 Descargas de aguas residuales industriales en CDMX

Delegación	No. Descargas de aguas residuales			Flujo de descarga de aguas residuales (L/s)			
	Industria	Servicios	Comercios	Industria	Servicios	Comercios	Total
Iztapalapa	317	291	171	33.63	27.63	15.52	76.78
Benito Juárez	64	444	123	6.66	54.08	8.77	69.51
Iztacalco	136	118	50	16.54	11.22	4.25	32.01
Coyoacán	53	278	86	7.94	34.71	7.94	50.59
Total	570	1131	430	Total			
							228.89

En la Figura 1 se presenta un gráfico del tipo de descargas industriales en general en la CDMX, ya que el documento antes mencionado no presenta el tipo de descargas por delegación. El mayor número de descargas industriales esta relacionada con la industria alimentaria, la industria química y la industria de impresión y conexas (19, 14 y 11%, respectivamente).

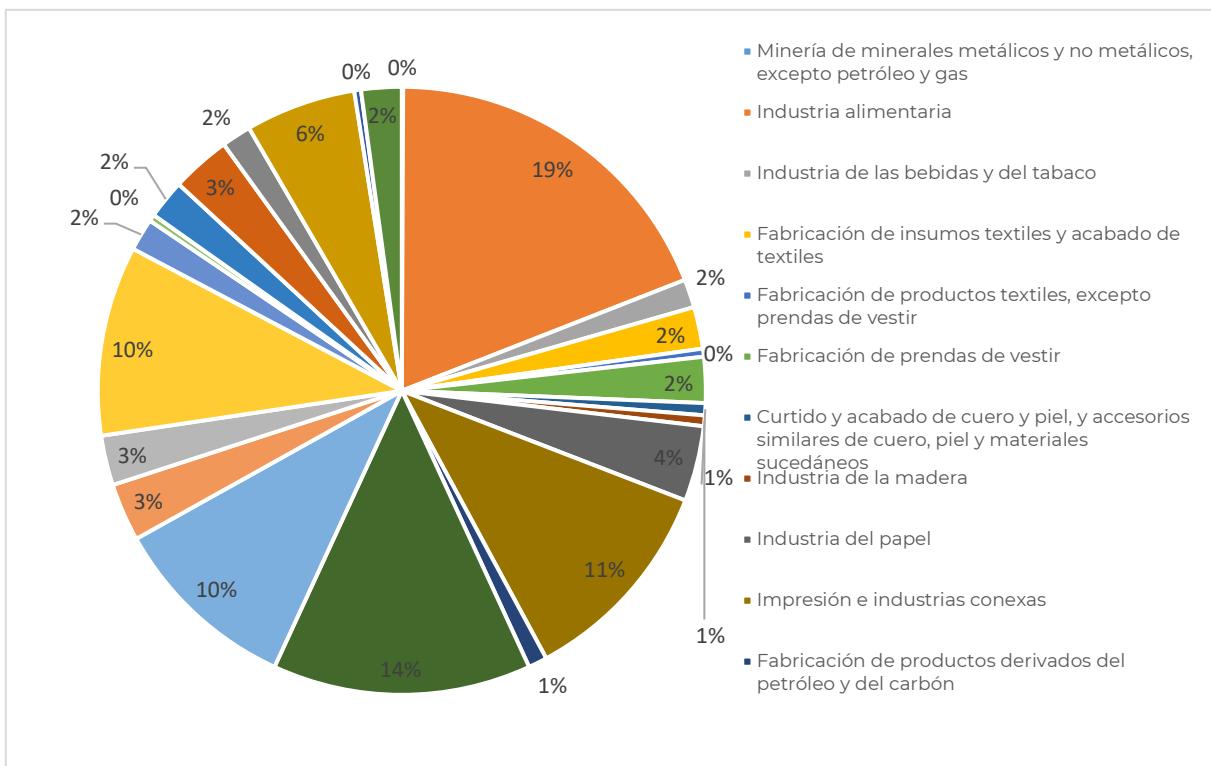


Figura 1 Tipos de descargas industriales en CDMX

2. DESCRIPCIÓN DE LA PTAR

2.1. Descripción de proceso

La PTAR “Cerro de la Estrella” recibe el agua residual del rebombeo “Aculco-Cerro de la Estrella” a través de una línea de conducción de 8 Km, en dicho cárcamo de rebombeo el agua residual es tratada a través de rejillas gruesas y finas, por lo cual no existe una unidad de pretratamiento en la planta.

El tren de tratamiento de la PTAR está conformado por dos trenes de tratamiento: Norte y Sur (Figura 2).

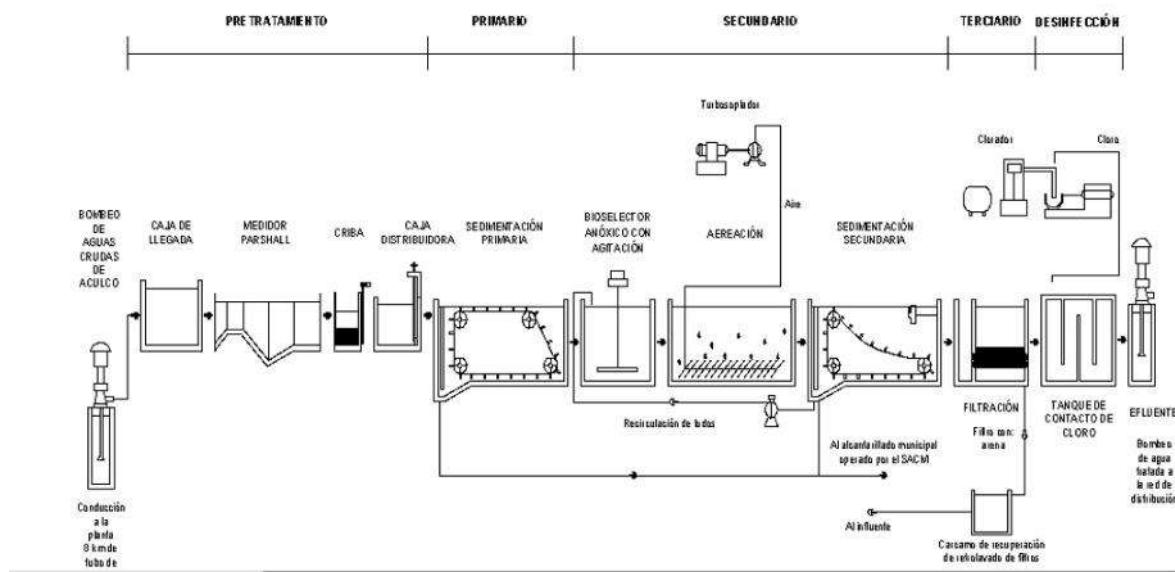


Figura 2 Tren de tratamiento de la PTAR Cerro de la Estrella

El tren Norte consta de 8 unidades conformadas cada una por un sedimentador primario, una celda anóxica o bioselector, un reactor biológico de lodos activados convencional, un sedimentador secundario y un filtro de arena.

El tren Sur se encuentra conformado por 6 unidades, las cuatro primeras constan de un sedimentador primario con una zona de aireación al final del sedimentador, una celda anóxica, un reactor biológico de lodos activados convencional, un sedimentador secundario y un filtro de arena. Las dos unidades restantes constan de una celda anóxica, un reactor de lodos activados convencional, un segundo reactor de lodos activados

convencional, un sedimentador secundario con recolector de lodos tipo Clari-Vac, y un filtro de arena.

El efluente de ambos trenes se une en un tanque de contacto de cloro. Después de su desinfección el agua es conducida a un cárcamo de bombeo para su posterior envío a los usuarios del agua tratada.

Cabe mencionar que los lodos producidos en la PTAR son enviados a tratamiento y disposición en otro lugar debido a que no se cuenta con un tren de tratamiento de lodos *in situ*.

El uso que se le da al agua tratada es para riego de camellones, parques recreativos y deportivos (Cuitláhuac, Santa Cruz Meyehualco, San José, El Triángulo, Ciudad Deportiva Francisco I. Madero, Santa Catarina), recarga de lagos y canales recreativos en Xochimilco y Tláhuac, uso en industrias papelera, metalmecánica, cartoneras, químicofarmacéuticas, madereras, de empaques y lavado de vehículos automotores (información tomada de la información documental proporcionada por la PTAR).

2.2. Unidades de proceso

El agua residual ingresa a la PTAR a través de un cárcamo que distribuye el agua de forma homogénea por gravedad hacia los trenes Norte y Sur (Figura 3).



Figura 3 Cárcamo y canal de distribución del influente

El tren Norte esta conformado por 8 unidades de tratamiento (1-8), mientras que el tren Sur esta conformado por 6 unidades de tratamiento (9-14) (Figura 4).

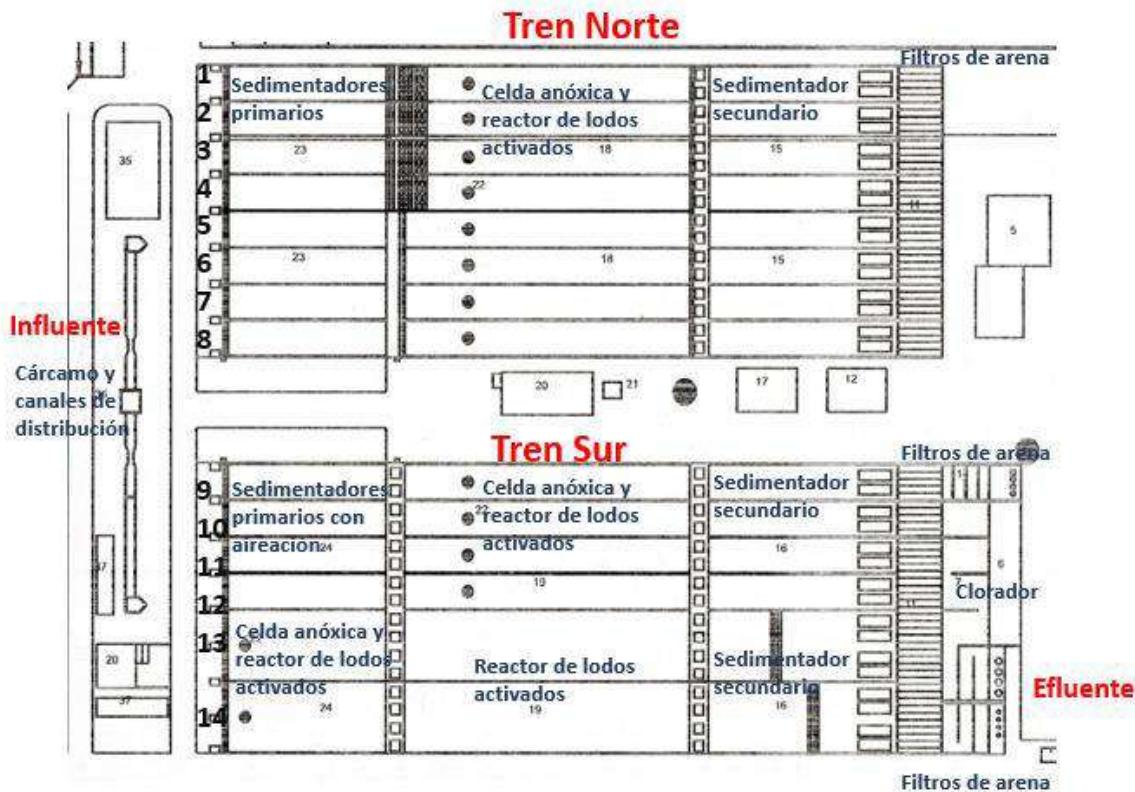


Figura 4 Cárcamo y canal de distribución del influente

2.2.1. TREN NORTE

El tren de tratamiento Norte esta conformado por ocho unidades de tratamiento similares, las cuales se describen a continuación.

Los sedimentadores primarios son de forma rectangular y miden entre 10.5 y 10.8 m de ancho. Los sedimentadores 1 al 4 miden 48.4 m de largo, mientras que los sedimentadores 5 al 8 miden 49.4 m. La profundidad de todos los sedimentadores es de 2.4 m. Los sedimentadores 1 a 4 tienen una zona de vertedores triangulares (Figura 5) y todos los sedimentadores cuentan con un sistema de rastras que envía los lodos hacia una tolva.



Figura 5 Sedimentadores primarios Norte

El efluente de los sedimentadores pasa a una celda anóxica que se encuentra dentro del reactor de lodos activados convencional. La celda anóxica representa una tercera parte del reactor, contiene un agitador hiperboloide que permite mezclar el agua residual y el lodo recirculado al sistema (Figura 6). Una vez en la celda anóxica el licor mezclado pasa al reactor de lodos activados convencional en el cual se inyecta aire por medio de cinco sopladores centrífugos de 900 HP. El aire es distribuido por medio de difusores dentro del reactor. Los reactores de lodos activados 1 a 8 (incluyendo la celda anóxica) miden entre 8.42 y 9.20 m de ancho y 91 m de largo.

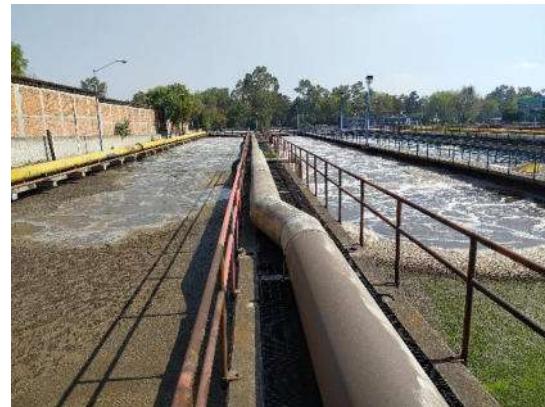


Figura 6 Zona de celda anóxica y reactor de lodos activados Norte

El efluente del reactor de lodos activados es enviado al sedimentador secundario rectangular que cuenta con un sistema de rastras de madera que envían el lodo sedimentado hacia una tolva para su posterior recirculación. El ancho del sedimentador es de 9.9 m y el largo de 36.3 m, con una zona de vertedores de 5 m de largo (Figura 7).



Figura 7 Sedimentador secundario Norte

La última etapa del tren Norte consta de 16 filtros de arena (dos por cada unidad) de 4.9 m de ancho y 10.5 m de largo (Figura 8).



Figura 8 Filtros de arena Norte

2.2.2. TREN SUR

El tren de tratamiento Sur se encuentra conformado por seis unidades de tratamiento, las unidades 9-12 son similares entre sí y las unidades 13 y 14 son diferentes a las primeras pero similares entre sí, dichas unidades se describen a continuación.

Unidades 9-12

Los sedimentadores primarios 9-12 son de forma rectangular y miden 10 m de ancho y 49.1 m de largo. Los sedimentadores se encuentran divididos en dos partes, la primera sin aireación y la segunda con aireación, la cual es suministrada a través de sopladores de 300 HP y distribuida en la unidad por medio de difusores.



Figura 9 Sedimentadores primarios Sur 9-12

El efluente de los sedimentadores pasa a una celda anóxica que se encuentra dentro del reactor de lodos activados convencional. La celda anóxica representa una tercera parte del reactor, contiene un agitador hiperboloide que permite mezclar el agua residual y el lodo recirculado al sistema (Figura 10). Una vez en la celda anóxica el licor mezclado pasa al reactor de lodos activados convencional en el cual se inyecta aire por medio de sopladores centrífugos de 300 HP. El aire es distribuido por medio de difusores dentro del reactor.



Figura 10 Zona de celda anóxica y reactor de lodos activados Sur 9-12

El efluente del reactor de lodos activados es enviado al sedimentador secundario rectangular que cuenta con un sistema de rastras que envían el lodo sedimentado hacia una tolva para su posterior recirculación. El ancho del sedimentador es de 9.9 m y el largo de 25.95 m, con una zona de vertedores triangulares (Figura 11).



Figura 11 Sedimentador secundario Sur

La última etapa del tren Norte consta de 8 filtros de arena (dos por cada unidad) de 4.9 m de ancho y 9.4 m de largo (Figura 12).



Figura 12 Filtros de arena Sur 9-12

Unidades 13 y 14

La primera etapa de las unidades 13 y 14 está conformada por una celda anóxica que se encuentra dentro del reactor de lodos activados convencional. La celda anóxica representa la mitad del reactor, contiene un agitador hiperboloide que permite mezclar el agua residual y el lodo recirculado al sistema (Figura 13). Una vez en la celda anóxica el licor mezclado pasa al reactor de lodos activados convencional en el cual se inyecta aire por medio de sopladores centrífugos de 300 HP. El aire es distribuido por medio de difusores dentro del reactor.



Figura 13 Celda anóxica y reactor de lodos activados 13 y 14

El efluente de la primera etapa pasa a un reactor de lodos activados convencional en el cual se inyecta aire por medio de sopladores centrífugos de 300 HP. El aire es distribuido por medio de difusores dentro del reactor (Figura 14).



Figura 14 Reactor de lodos activados Sur 13 y 14

El efluente del reactor de lodos activados es enviado al sedimentador secundario rectangular que cuenta con un sistema de extracción de lodos tipo Clari-vac que envían el lodo sedimentado hacia una tolva para su posterior recirculación. El ancho del sedimentador es de 20 m y el largo de 25.95 m (Figura 15). La sección final del sedimentador cuenta con vertedores triangulares.



Figura 15 Sedimentador secundario Sur 13 y 14

La última etapa del tren Norte consta de 4 filtros de arena (dos por cada unidad) de 4.9 m de ancho y 9.4 m de largo (Figura 16).



Figura 16 Filtros de arena Sur 13 y 14

El efluente de los filtros de arena de ambos trenes es enviado a un sistema de desinfección por medio de un tanque de contacto de cloro gas (Figura 17).

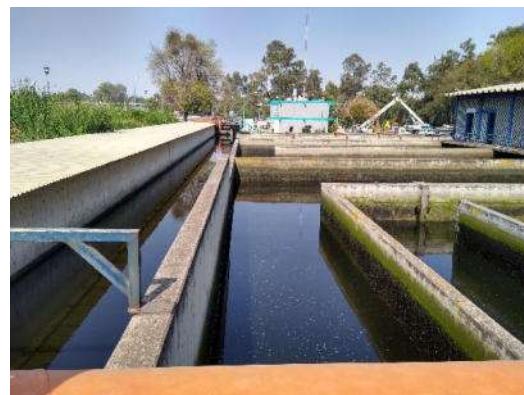
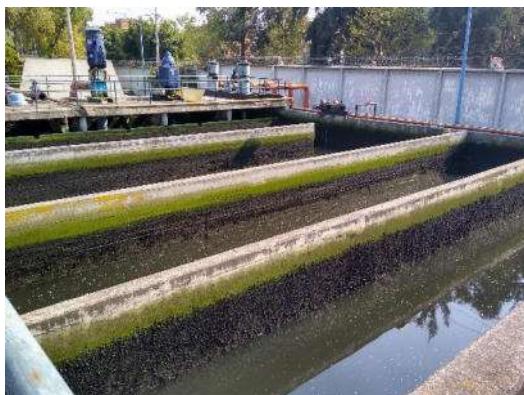


Figura 17 Tanque de cloración general

3. MEMORIA DE CÁLCULO

A continuación se muestran los datos que se utilizaron en el diseño de la PTAR y que se encuentran en la memoria de cálculo de la misma y el análisis de la información.

3.1. Datos de diseño

- a) Caudal
 - Medio de 3,000 L/s
 - Unidades I, II y III: 808 L/s, cada unidad consta de cuatro módulos de 202 L/s cada uno.
 - Unidad IV: 576 L/s, la unidad cuenta con dos módulos de 288 L/s.
- b) Características de influente

En la Tabla 4 se muestra la calidad del agua del influente y efluente de la PTAR.

Tabla 4 Calidad del agua utilizada en el diseño de la PTAR

Parámetro	Influyente	Efluente
pH	6.5 -8.5	6.5 -8.5
Demandा bioquímica de oxígeno (mg/L)	217.00	20
Demandा química de oxígeno (mg/L)	401.00	60
Nitrógeno amoniacial (mg/L)	37.50	20
Nitrógeno total Kjeldalh (mg/L)	50.00	
Nitrógeno orgánico (mg/L)	12.50	
Nitrógeno total (mg/L)		40
Fósforo total (mg/L)	11.00	10
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	180.00	20
Sólidos sedimentables (ml/L)		<1
Coliformes fecales NMP/100 ml		1.0X10 ³

Debido a que el agua residual tratada es empleada para el riego de áreas verdes, llenado de lagos y en la industria, aplica la NOM-003-SEMARNAT-1997

3.2. Criterios de diseño

Para el tratamiento de las aguas residuales municipales se optó por el proceso de lodos activados en su modalidad de sistema convencional.

La memoria de cálculo está dividida en dos partes, primero se presenta el diseño para las unidades I, II y III, y posteriormente para la unidad IV.

3.2.1. PRETRATAMIENTO

Las unidades I, II y III no cuentan con pretratamiento, sin embargo, la unidad IV cuenta con una rejilla fina automática con una abertura de 6 mm.

3.2.2. SEDIMENTADORES PRIMARIOS

a) Unidades I, II y III

- Los Sedimentadores primarios operan con una carga superficial de $48.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$, un poco arriba de lo recomendado por la literatura, que es de $48.0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$.
- Las eficiencias esperadas de remoción de DBO son del 8% y de sólidos suspendidos totales de 30%.
- Lo anterior lleva a que la purga de lodos (al 1 %) de cada sedimentador es de $92.24 \text{ m}^3/\text{d}$ y no de $31.42 \text{ m}^3/\text{d}$ como se reporta.
- Cada unidad consta de 4 sedimentadores primarios con las dimensiones de 10 m de ancho, 36 m de largo y 3 m de profundidad.

b) Unidad IV

- Los sedimentadores operan como aeración de burbuja fina y su función será la de un pretratamiento biológico (proceso de lodos activados).
- Cada unidad consta de 2 sedimentadores primarios con las dimensiones de 20 m de ancho, 40.3 m de largo y 3 m de profundidad.

3.2.3. REACTOR BIOLÓGICO

a) Unidades I, II y III

- Se fija una F/M de 0.39 kg DBO/ Kg SSV d, para el cálculo de volumen total del reactor. Aunque se fijan con anterioridad las dimensiones del reactor. Esto hace suponer que se hace un ajuste a lo propuesto.
- Se fija una hora de tiempo de retención hidráulico para la zona anóxica.
- El tiempo total de retención hidráulico es de seis horas, que está dentro de lo recomendado por la literatura para un sistema convencional (2 a 8 h).
- La purga de lodos es de 4.7 L/s.
- Cada unidad consta de 4 reactores biológicos con las dimensiones de 10 m de ancho, 88.5 m de largo y 5 m de profundidad.

b) Unidad IV

- En el cálculo se toma en consideración el volumen de sedimentador primario, para hacer un volumen total de reactor aerobio.
- Se fija una F/M de 0.33 kg DBO/ Kg SSV d, para el cálculo de volumen total del reactor. Aunque se fijan con anterioridad las dimensiones de los tanques. Esto hace suponer que se hace un ajuste a lo propuesto.
- El tiempo total de retención hidráulico es de 7.87 horas, que está dentro de lo recomendado por la literatura para un sistema convencional (2 a 8 h).
- La purga de lodos es de 7.4 L/s.
- Cada unidad consta de 2 reactores biológicos con las dimensiones de 20 m de ancho, 90 m de largo y 3.5 m de profundidad.

3.2.4. REQUERIMIENTOS DE AIRE

a) Unidades I, II y III

- Se supone que no habrá nitrificación, debido a que hace la aseveración de que 4.4 d de tiempo medio de retención celular es alto, valor que se supone. Además, esto no es cierto, ya que para un sistema convencional que solo remueve carbono el TMRC está en un rango de 4 a 7 días. Por lo que, más bien es bajo.

- Generalmente, en operación normal los reactores biológicos si nitrifican, aunque en muy poca cantidad. Esto se corroborará con los análisis puntuales que se realizarán. Es importante que el diseño contemple la nitrificación, ya que es importante estabilizar el nitrógeno amoniacal a nitratos ya que esta forma de nitrógeno es más fácil de asimilar por la vegetación. Además, se cuenta con una zona anóxica en la cual se podrá remover nitrógeno, el cual deberá estar en forma de nitratos.
- Ahora bien, para tener TMRC bajos, es necesario incrementar las purgas, lo que sugiere una alta producción de lodos.
- Lo anterior puede llevar a una falta de aire en el sistema.

b) Unidad IV

- Es la misma condición que el de las unidades anteriores.

3.2.5. SEDIMENTADOR SECUNDARIO

a) Unidades I, II y III

- Se establecen las dimensiones de los sedimentadores y después se ajusta la carga hidráulica superficial.
- La relación de recirculación de lodos de 66.7% está dentro de lo recomendado por la literatura, 30 a 75%.
- Cada unidad consta de 4 sedimentadores secundarios con las dimensiones de 10 m de ancho, 55 m de largo y 3 m de profundidad.

b) Unidad IV

- Se establecen las dimensiones de los sedimentadores y después se ajusta la carga hidráulica superficial.
- La relación de recirculación de lodos de 66.7% está dentro de lo recomendado por la literatura, 30 a 75%.
- Cada unidad consta de 2 sedimentadores secundarios con las dimensiones de 18.5 m de ancho, 60 m de largo y 3 m de profundidad.

3.2.6. COMENTARIOS GENERALES

Al parecer se propusieron primero las dimensiones de las unidades y después se ajustaron condiciones de diseño, tales como cargas hidráulicas y relación alimento/microorganismos.

Se revisaron todos los cálculos matemáticos y son correctos.

4. DIÁGNOSTICO DE PERSONAL

4.1. Recursos Humanos

En el Anexo I se presenta la plantilla del personal que labora en la PTAR Cerro de la Estrella. Esta información corresponde a la obtenida a través del FORMATO 03. RECURSOS HUMANOS.

La plantilla de la PTAR está conformada por 135 personas;

- 17 administrativas
- 71 operadores
- 21 mantenimiento
- 10 laboratorio
- 16 otros puestos

De éstas, 46 personas (34%) tienen una antigüedad de 11-20 años, 44 personas (32%) tienen de 20-30 años, 19 personas (14%) tienen entre 30-40 años, 22 personas (16%) tienen de 1-10 años, solo 4 personas (3%) tienen más de 40 laborando en la PTAR. Lo que demuestra que la mayoría de su personal es antiguo.

En resumen, se puede establecer que el personal cuenta con la experiencia para poder trabajar en una planta de tratamiento de aguas residuales

4.2. Evaluación de conocimientos

Para poder desarrollar este punto se tomó como base el FORMATO 04. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS que se encuentra en el Anexo II. Se aplicó un cuestionario a los operadores de la planta, sin embargo, solo 7 personas contestaron, de lo cual se observó lo siguiente:

- Jefes de operación en turno (2); ambos presentaron buenas bases en conocimientos básicos y generales, conocen bien la PTAR cuenta con 52 y 29 años de experiencia.
- Auxiliar de PTAR; presenta conocimientos regulares en temas básicos, conoce el sistema de la PTAR.
- Operadores; solo 4 contestaron el formato y su conocimiento es nulo en temas básicos.

4.3. Capacitación

4.3.1. Cursos de capacitación recibidos

A continuación se citan los cursos que ha recibido el personal en los últimos tres años:

- Jefes de operación en turno; Ninguno.
 - Auxiliar de PTAR; ninguno.
 - Operadores; solo la mitad recibió curso de manejo de gas cloro.

4.3.2. Temas de capacitación solicitados

- Jefes de operación en turno: operación de PTAR, parámetros de laboratorio en proceso. Hicieron mención que los cursos deben darse en horario de trabajo para ambos turnos.
 - Auxiliar de PTAR; Parámetros de laboratorio para control del proceso, operación de PTAR.
 - Operadores; parámetros de laboratorio, lodos activados, gas cloro, primeros auxilios, calidad del agua, operación y mantenimiento de PTARs

En resumen, es necesario implementar un programa de capacitación continua a todo el personal que labora en la PTAR.

Para solventar un poco la problemática se entregó material didáctico. A continuación, en la Figura 18 se muestra el oficio de entrega.

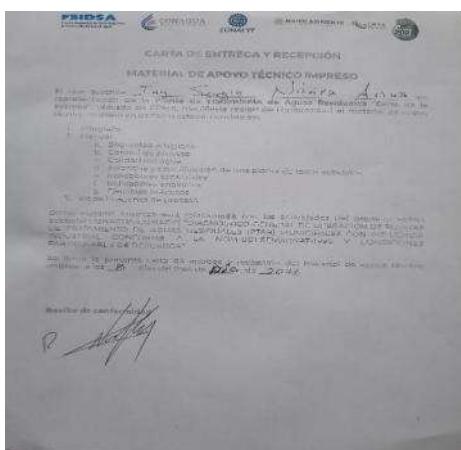


Figura 18 Entrega de material didáctico

5. SEGURIDAD

De acuerdo al FORMATO 15. SEGURIDAD E HIGIENE que se encuentra en el Anexo III, no se cuenta con un estudio de análisis de riesgos en la PTAR, sin embargo, se tiene que las zonas de riesgo están relacionadas con el uso de gas cloro, el cual podría causar explosiones, incendio y riesgo químico, para ello tienen establecido horarios para su almacenamiento, así como una cuadrilla de personal designado para esta actividad. En la planta también se observaron riesgos sanitarios, de caídas u accidentes, eléctricos y riesgos con equipos pesados. La planta cuenta con vigilancia en la entrada y una bitácora de registro para toda persona que salga o ingrese.

Se encontró que la planta no cuenta con planes de contingencia, para atención a incendios y/o derrames de combustibles, cuentan con espacio para extintores, sin embargo, estos están vacíos. Cuentan con áreas de punto de reunión en caso de sismo, pero no se encuentran señaladas, solo se conocen dichas áreas por los simulacros realizados de manera esporádica, además, no se cuenta con equipo ni cuadrilla específica para sismos.

Dentro de las instalaciones de la planta en los pasillos se observó el riesgo de caídas, por el deterioro del suelo, además de riesgos eléctricos por la exposición de cables sueltos. En algunas partes de la planta se observaron letreros donde indican el riesgo de la zona (Figura 19).



Figura 19 Zonas de riesgo en la PTAR Cerro de la Estrella

Existen dentro de la planta disposiciones de seguridad tales como el uso de equipo de protección para los operadores de la planta. Además, se tienen algunas áreas con señales de seguridad y peligro. En las tuberías se observó su identificación por colores, así como las áreas destinadas para el uso de sustancias químicas peligrosas o residuos como el aceite usado.

Dentro del área de oficinas se cuenta con teléfono fijo para llamadas de emergencia. En la planta se cuenta con enfermería y médico en ambos turnos la cual está equipada para dar primeros auxilios y medicamentos básicos.

Con respecto a las medidas de seguridad con respecto al SARS-CoV-2, se cuentan en oficinas y áreas comunes con gel desinfectante y zona específica para duchas.

Dentro de las actividades que realiza el personal que tienen riesgo se encuentran las siguientes:

- Extracción de sólidos en rejillas mecanizadas; se realiza una vez por turno, como equipo de protección utilizan guantes, fajas y lentes.
- Medición de parámetros en el sistema biológico; se realiza dos veces al día con tomas simples o compuestas para su posterior análisis en el laboratorio. como equipo de protección utilizan guantes, bata y lentes.
- Mantenimiento y limpieza de agitadores; esta actividad se realiza 1 vez la semana, como equipo de protección utilizan guantes, fajas y casco de protección.
- Vaciado de unidad de proceso; se realiza cada 3 meses y depende del que requiera mantenimiento ya que varía en el tanque primario o secundario. como equipo de protección utilizan guantes, fajas y mascarilla.
- Disposición de grasas y aceites; se realiza cada 3 meses, es necesario el paro del equipo soplador, para poder realizar el cambio de aceite. como equipo de protección utilizan guantes, fajas y lentes.
- Control de bombas; 1 vez por turno, revisión del equipo motor, arrancador y puesta en marcha. Como equipo de protección utilizan guantes y lentes.
- Control de tableros eléctricos; 1 vez por turno, paro del equipo revisión y reparación de falla en tablero. como equipo de protección utilizan casco, guantes, fajas y lentes.

6. LABORATORIO

La PTAR cuenta con un laboratorio mediano y maneja dos turnos, mañana y tarde cada uno con su respectivo técnico químico industrial como responsable del área y tres más de personal de ayuda. Los parámetros que se analizan son: sólidos sedimentables, oxígeno disuelto, conductividad, cloruros, temperatura, alcalinidad, dureza total, calcio, sólidos suspendidos totales, volátiles y fijos todos se realizan dos veces al día. Cabe hacer mención que tanto el laboratorio como el personal no están certificados.

Con respecto a las instalaciones estas se observaron limpias, con una distribución ordenada, libre de obstáculos y ventilada. Dentro del laboratorio no se tienen identificadas las diferentes áreas. Con respecto a las instalaciones eléctricas se cuentan con varios contactos de toma de corriente, pero muchas no funcionan.

El laboratorio no cuenta con equipo para realizar determinaciones como demanda química de oxígeno o nitratos, solo se cuenta con una mufla y una estufa pequeña y se carece de programa de mantenimiento para equipos y de material de vidrio, ya que en ocasiones usan botellas como recipientes contenedores. Tampoco se cuenta con la iluminación adecuada, ya tienen el espacio para lámparas, pero estas no funcionan (Figura 20).



Figura 20 Equipo de laboratorio

En términos de seguridad no existen señalizaciones o rutas de evacuación, el área destinada para botiquín de primeros auxilios se encontró vacío y en el área de extintor este no se encontró. El área de la campana de extracción es utilizada para otros fines y no está habilitada para su funcionamiento (Figura 21).



Figura 21 Seguridad en el laboratorio

Con respecto a manuales, solo se cuenta con el de procedimientos y análisis, no hay de buenas prácticas de laboratorio, así como tampoco bitácoras de limpieza, personal o de uso de equipo y mantenimiento.

Por pandemia del SARS-CoV-2 la frecuencia de los análisis se vio afectada y en el reporte de estos solo se encuentran sólidos y conductividad.

En resumen, el laboratorio opera de manera deficiente por falta de equipo y reactivos, los técnicos sugieren capacitación en términos de la norma para la realización del análisis de los parámetros.

7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HISTÓRICA

7.1. Cumplimiento de descarga

7.1.1. Título de concesión de descarga

La planta de tratamiento no cuenta con Título de concesión de descarga otorgada por la Comisión Nacional del Agua. Aunque, tiene dos tomas de agua residual tratada de llenado de pipas, una ubicada dentro de las instalaciones de la PTAR y otra sobre la avenida San Lorenzo. Además, el agua es bombeada a la industria y a lagos en Cuemanco.

7.1.2. Análisis de calidad del agua

Debido a que no se cuenta con Título de concesión de descarga, no está obligada la administración de la PTAR a reportar análisis de la calidad del agua de salida a la Comisión Nacional del Agua. Sin embargo, se proporcionaron datos de los análisis que realiza el laboratorio central de SACMEX, los cuales corresponden al periodo de enero a septiembre del año 2021, y se muestran en la Tabla 1.

Tabla 5 Calidad del agua del efluente de la PTAR Cerro de la Estrella

PARAMETROS	UNIDAD	NOM-003-SERMANAT-1997	PUNTO DE MUESTREO	PERIODO: DE ENERO A DICIEMBRE DE 2021								
				ENERO	FEBRERO	MARZO	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO		SEPTIEMBRE
				8	9	11	4	1	6	5	23	28
pH		5.0 - 10.0	Influyente	7.53	7.41	7.51	7.41	7.62	7.83	7.52	7.54	7.70
			Efluente	7.68	7.8	7.99	7.47	7.76	8.1	7.98	7.66	7.8
Sólidos suspendidos totales	mg/L	20	Influyente	104	156	117	95	84	38	66	56	24
			Efluente	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Sólidos sedimentables	mL/L-h	1	Influyente	0.7	0.7	2.0	0.6	0.2	<0.1	1.0	0.2	<0.1
			Efluente	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Nitrógeno amoniacal (como N)	mg/L		Influyente	23.88	27.05	28.75	22.82	23.13	11.45	4.73	18.05	16.15
			Efluente	2.77	8.70	<1.5	4.97	7.17	6.26	<1.5	<1.5	<1.5
Nitrógeno orgánico (como N)	mg/L		Influyente	10.45	10.60	6.95	8.57	10.10	5.86	4.30	8.37	5.70
			Efluente	2.91	2.64	6.19	2.17	2.66	2.51	<1.5	1.68	2.07
Nitrógeno total kjeldahl (como N)	mg/L		Influyente	34.83	37.65	35.70	31.39	33.23	17.31	9.03	26.42	21.85
			Efluente	5.68	11.34	6.19	7.14	9.83	8.77	<1.5	1.68	2.07
Nitrógeno de nitratos (como N)	mg/L		Influyente	<0.7	6.08	5.53	10.48	<0.7	<0.7	8.56	7.99	<0.7
			Efluente	8.36	8.64	9.50	10.30	12.39	14.06	9.66	18.99	13.34
Nitrógeno total	mg/L	15	Influyente	34.33	43.73	41.23	41.87	33.23	17.31	17.59	34.41	21.85
			Efluente	14.04	19.98	15.69	17.44	22.22	22.83	9.66	20.67	15.41
Fósforo total	mg/L	5	Influyente	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	2.63	4.51	<1.2
			Efluente	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	3.29	4.42	<1.2
Plomo total	mg/L	0.5	Influyente	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	NE	NE	<0.200
			Efluente	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	NE	NE	<0.200
Cadmio total	mg/L	0.2	Influyente	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	NE	NE	<0.050
			Efluente	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	NE	NE	<0.050
Mercurio total	mg/L	0.01	Influyente	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

PARAMETROS	UNIDAD	NOM-003-SERMANAT-1997	PUNTO DE MUESTREO	PERIODO: DE ENERO A DICIEMBRE DE 2021								
				ENERO	FEBRERO	MARZO	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO		SEPTIEMBRE
				8	9	11	4	1	6	5	23	28
			Efluente	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Arsénico total	mg/L	0.2	Influente	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
			Efluente	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Cromo total	mg/L	1	Influente	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	NE	NE	<0.200
			Efluente	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	NE	NE	<0.200
Zinc total	mg/L	10	Influente	<0.100	0.138	0.132	0.178	<0.100	<0.100	NE	NE	<0.100
			Efluente	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	0.217	<0.100	NE	NE	0.110
Cobre total	mg/L	4	Influente	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	NE	NE	<0.100
			Efluente	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	NE	NE	<0.100
Níquel total	mg/L	2	Influente	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	NE	NE	<0.100
			Efluente	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	NE	NE	<0.100
Coliformes totales	UFC/100mL	240	Influente	4.10E+07	3.60E+07	5.80E+07	7.80E+07	6.20E+07	7.80E+07	7.00E+07	6.80E+07	3.00E+07
			Efluente	>100E+03	7.00E+04	7.50E+04	6.50E+03	>100E+03	1.90E+04	3.00E+03	3.20E+04	>100E+02
DBO total	mg/L	20	Influente	163	179	160	151	149	116	70	96	91
			Efluente	21	19	23	8	31	9	7	6	9
DQO total	mg/L		Influente	240	257	286	197	299	146	104	150	95
			Efluente	10.0	40.3	65.1	35.3	14.9	40.3	29.8	15.0	14.9
Grasas y aceites	mg/L	15	Influente	39.50	36.10	32.61	27.26	24.22	7.84	<5	8.95	<5
			Efluente	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cloro residual total	mg/L		Efluente	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.50	0.30	0.00	0.10

NE = Parámetro No Efectuado

A continuación se presenta una discusión de los parámetros que se reportan, tomando como referencia la NOM-003-SEMARNAT-1997 “que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público”, y considerando que el agua residual tratada es empleada para el riego de áreas verdes, llenado de lagos y en la industria.

a) pH

El pH se encuentra dentro del rango estipulado por la norma y además, también para el desarrollo de los microorganismos (6.5 a 8).

b) Sólidos suspendidos totales (SST)

La concentración de sólidos suspendidos totales está por debajo de los 10 mg/L, por lo que cumple con el límite máximo permisible establecido por la norma.

c) Sólidos sedimentables (S Sed.)

El límite máximo permisible establecido por la norma es de 1 ml/L, y el valor reportado es menor, por lo que se cumple con la norma.

d) Nitrógeno total (NT)

En este caso en particular no se reportó este análisis, sin embargo, se sabe que el nitrógeno total es la suma de:

$$NT = N \text{ Org} + NH_3 + NH_4^+ + NO_2^- + NO_3^-$$

Pero si se reportó nitrógeno orgánico, amoniacal y de nitratos, por lo que, se realizó la suma de estos, para obtener un valor aproximado de nitrógeno total.

En este punto es importante destacar que, en la memoria de cálculo, se planteó que el proceso no nitrifica, sin embargo, los resultados de los análisis muestran que el proceso si estabiliza el nitrógeno amoniacal (disminuye la concentración) a nitratos (aumenta la concentración). Por lo que, existe un consumo de oxígeno para este proceso, el cual debe ser considerado.

En resumen, la cantidad de nitrógeno total en el efluente rebasa los 15 mg/L establecidos por la norma. Sin embargo, se puede observar que si

existe una remoción importante de nitrógeno debido a la zona anóxica. En este sentido, es probable que mejore si los agitadores de estas zonas estuvieran en operación.

e) Fósforo total (PT)

Para este parámetro se observa que en el influente está por debajo de 1.2 mg/L, así que en efluente también se encuentra por debajo de esta concentración. Por lo que, se cumple con lo estipulado por la norma. Sin embargo, esto es preocupante, ya que el sistema de tratamiento requiere la presencia de fósforo para la formación de nuevos microorganismos.

f) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Entre los meses de enero a junio se observa que se rebaso el límite máximo permisible de 20 mg/L, sin embargo, son concentraciones muy cercanas a este valor. En los meses restantes se aprecia que la DBO está por debajo de los 10 mg/L.

Lo que muestra que el proceso remueve eficientemente materia orgánica (fuente de carbono).

g) Demanda química de oxígeno (DQO)

A continuación se muestra la relación DBO/DQO, para el periodo de análisis.

ENERO	FEBRERO	MARZO	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO		SEPTIEMBRE
8	9	11	4	1	6	5	23	28
0.7	0.7	0.6	0.8	0.5	0.8	0.7	0.6	1.0

Estos valores muestran que la relación va de 0.5 a 1.0, con un promedio de 0.7, lo que indica que es un agua residual sin problemas de biodegradabilidad, o en otras palabras, que tiene muy poca influencia industrial.

h) Grasas y aceites (G y A)

La concentración de G y A en el influente no sobrepasa los 40 mg/L y en algunos casos es menor a los 5 mg/L, por lo que en el efluente está siempre menor a los 5 mg/L, por lo que cumple ampliamente con lo estipulado con la norma.

i) Coliformes fecales (CF)

Este parámetro muestra que rebasa el límite máximo permisible establecido por la norma de 240 NMP/100 ml, y esto puede ser una consecuencia de que el cloro residual se encuentra en una concentración de aproximadamente 0.2 mg/L, cuando se recomienda que sea de 1.5 mg/L. Esto puede ser un indicativo de que no se agrega la dosis adecuada de cloro para realizar la desinfección.

j) Metales

De los metales que se solicitan en la norma, el arsénico y el mercurio no se determinan en el laboratorio del SACMEX, y también se puede apreciar que en el mes de agosto no se realizaron algunos análisis. Sin embargo, los resultados reportados muestran que no rebasan los límites máximos permisibles establecidos por la norma.

7.2. Proceso

Actualmente la PTAR cuenta con un laboratorio, pero cuenta con muy poco material y sobre todo casi sin reactivos.

En los años 2020 y 2021 a causas de la pandemia del Covid-19, el laboratorio ha operado muy poco, ya que el personal no asiste con regularidad y tampoco se cuenta con recursos para material y reactivos, por lo tanto los análisis realizados son muy escasos.

Por tal motivo, se proporcionó información del año 2019 (enero-noviembre), en donde se tiene información de los siguientes parámetros.

- Caudal
- Temperatura
- Cloruros
- Alcalinidad
- Dureza
- Conductividad
- Sólidos sedimentables

Los cuales se realizan de manera rutinaria todos los días.

Para fines operativos y de análisis de la información, en la Tabla 6 se presentan los promedios mensuales solo del caudal, alcalinidad y sólidos sedimentables.

Tabla 6 Promedio mensual de caudal, alcalinidad y sólidos sedimentables

2019	Caudal (L/s)	Alcalinidad (mg/L)		Sólidos sed. (ml/L)	
		Influente	Efluente	Influente	Efluente
Enero	1100	298	174	1.9	0.2
Febrero	1323	300	206	2.8	0.2
Marzo	1545	244	196	2.2	0.1
Abril	1464	280	166	2.9	0.1
Mayo	1522	262	181	2.6	0.1
Junio	1399	271	174	2.7	0.1
Julio	1305	238	158	2.0	0.2
Agosto	1302	222	146	2.0	0.1
Septiembre	1412	230	166	2.1	0.2
Octubre	1341	226	156	2.0	0.1
Noviembre	1125	246	161	1.8	0.1

A continuación se muestran una gráficas que muestran el comportamiento de estos parámetros.

En la Figura 22 se puede observar que existe una tendencia de aumento de enero (1,100 L/s) a los meses de marzo-mayo (1500 L/s) y posteriormente desciende en julio (1,300 L/s) para nuevamente ascender en septiembre (1,400 L/s) y descender en noviembre (1100 L/s). Esto lleva a que en ciertos periodos del año se incrementa el caudal de agua residual y en otros disminuye. Sin embargo, la capacidad de la PTAR es de 3,000 L/s, y como se observa solo en periodos cortos llega a opera al 50%.

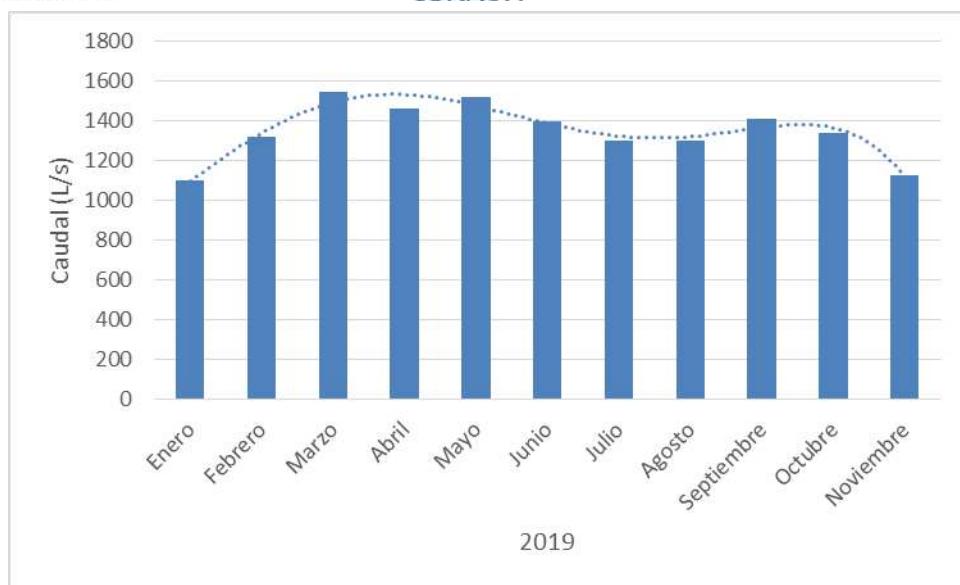


Figura 22 Promedio mensual del caudal 2019

Este parámetro aunque no se encuentra normado, cobra relevancia debido a que el proceso de nitrificación, en el reactor biológico, consume alcalinidad. Y en la Figura 23 se puede apreciar, que en promedio se consumen alrededor de 85 mg/L. Esto indica que el agua residual cuenta con buena alcalinidad para realizar el proceso biológico. Aunado a esto, es conveniente recordar que en la memoria de cálculo se estipulo que el proceso se diseñó para no nitrificar, sin embargo, los resultados de los parámetros que se monitorean comprueban que el proceso si nitrifica.

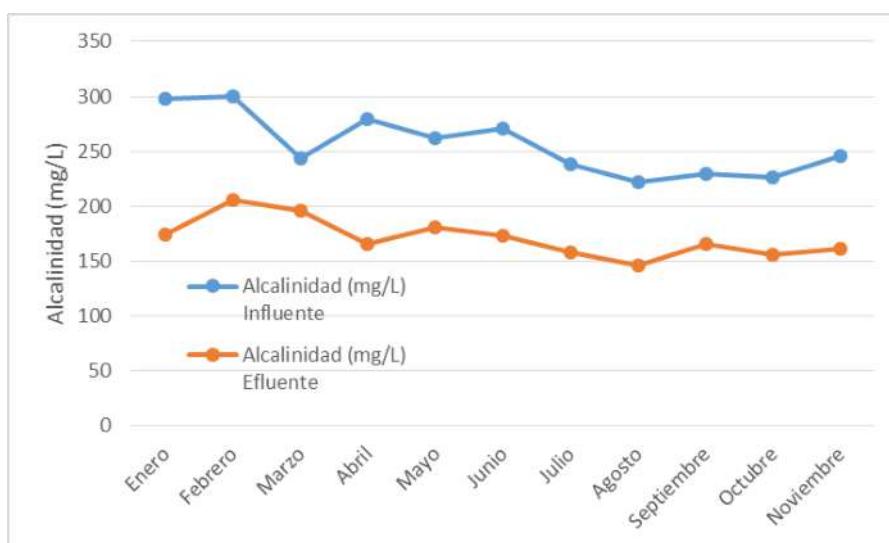


Figura 23 Promedio mensual de alcalinidad 2019

Finalmente, aunque la PTAR no cuenta con pretratamiento en sus instalaciones los sólidos sedimentables que ingresan al sistema de tratamiento son realmente mínimos y en el efluente se puede citar que en promedio están alrededor de 0.1 ml/L, lo cual cumple con la NOM-003-SEMARNAT-1997, que estipula que deben ser menores a 1 ml/L (Figura 24).

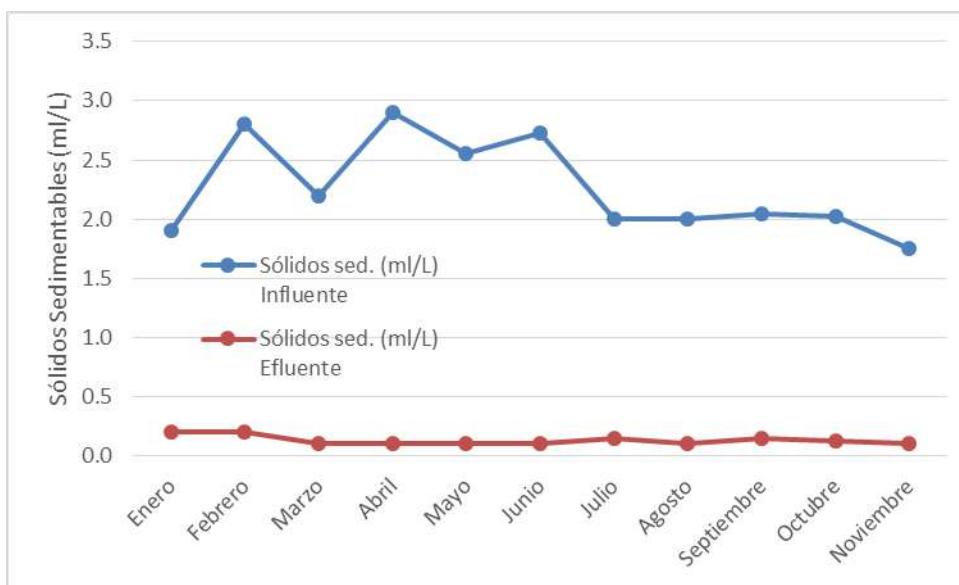


Figura 24 Promedio mensual de sólidos sedimentables 2019

7.3. Mantenimiento

No se proporcionó el programa de mantenimiento anual, sin embargo, se verificó en la bitácora de operación y reporte de falla los mantenimientos a los equipos.

8. TRABAJOS DE CAMPO

8.1. Inspección de campo de la PTAR

Durante el recorrido en campo para el llenado de formatos y la evaluación *in situ* de la PTAR se encontró que en general el estado físico que guarda la planta con respecto a las estructuras metálicas (pasillos y barandales) es malo ya que estas se encuentran, en su mayoría corroídas, lo que representa un problema de seguridad para los trabajadores y visitantes (Figura 25).



Figura 25 Estado físico de las estructuras metálicas de la PTAR

En general el estado de la obra civil de la PTAR esta deteriorado por la antigüedad de la misma y la falta de mantenimiento (Figura 26).



Figura 26 Estado de la obra civil de la PTAR

Existen zonas en la planta en las que hacen falta tapas ya sea de registros de cableado o de registros de agua en tratamiento (Figura 27).

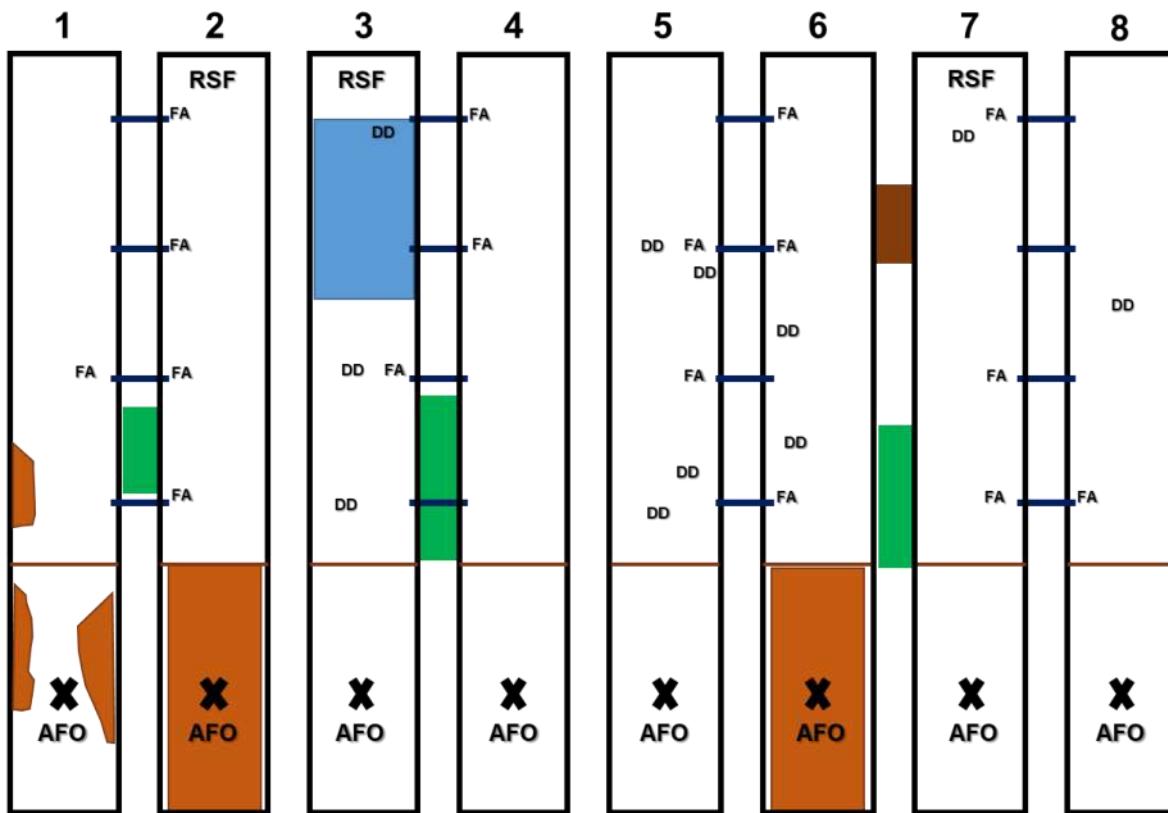


Figura 27 Falta de tapas de registros

8.2. Estado físico de los reactores biológicos

A continuación, se realiza una descripción general del estado físico que muestran los 14 reactores biológicos. Para esto, se toma como referencia a la Figura 28 y a la Figura 30, que muestran esquemáticamente la situación de las 14 unidades y posteriormente el registro fotográfico que muestra las condiciones referidas (Figura 31 a Figura 37).

SECCIÓN NORTE



FA: Fuga de aire
 DD: Difusor dañado
 AFO: Agitador fuera de operación
 RFO: Reactor sin flujo

Natas Fuga de lodo
 ZSA Presencia de maleza

Figura 28 Reactores biológicos Tren Norte

Los agitadores, que están en la zona anóxica, de los ocho reactores del tren Norte están fuera de operación.

En el reactor 1, 2 y 6, se presentan natas en la zona anóxica.

Todos los reactores tienen cuatro cabezales de entrada de aire, y cada uno cuenta con una manguera para purga de condensados (Figura 29), sin embargo, está mal instalada, ya que debería estar al final del cabezal no al inicio, para que el aire arrastre el agua condensada.



Figura 29 Manguera de purga de condensados

Por otra parte, todas las fugas de aire que se observaron son causadas porque la manguera está rota o porque ya no existe.

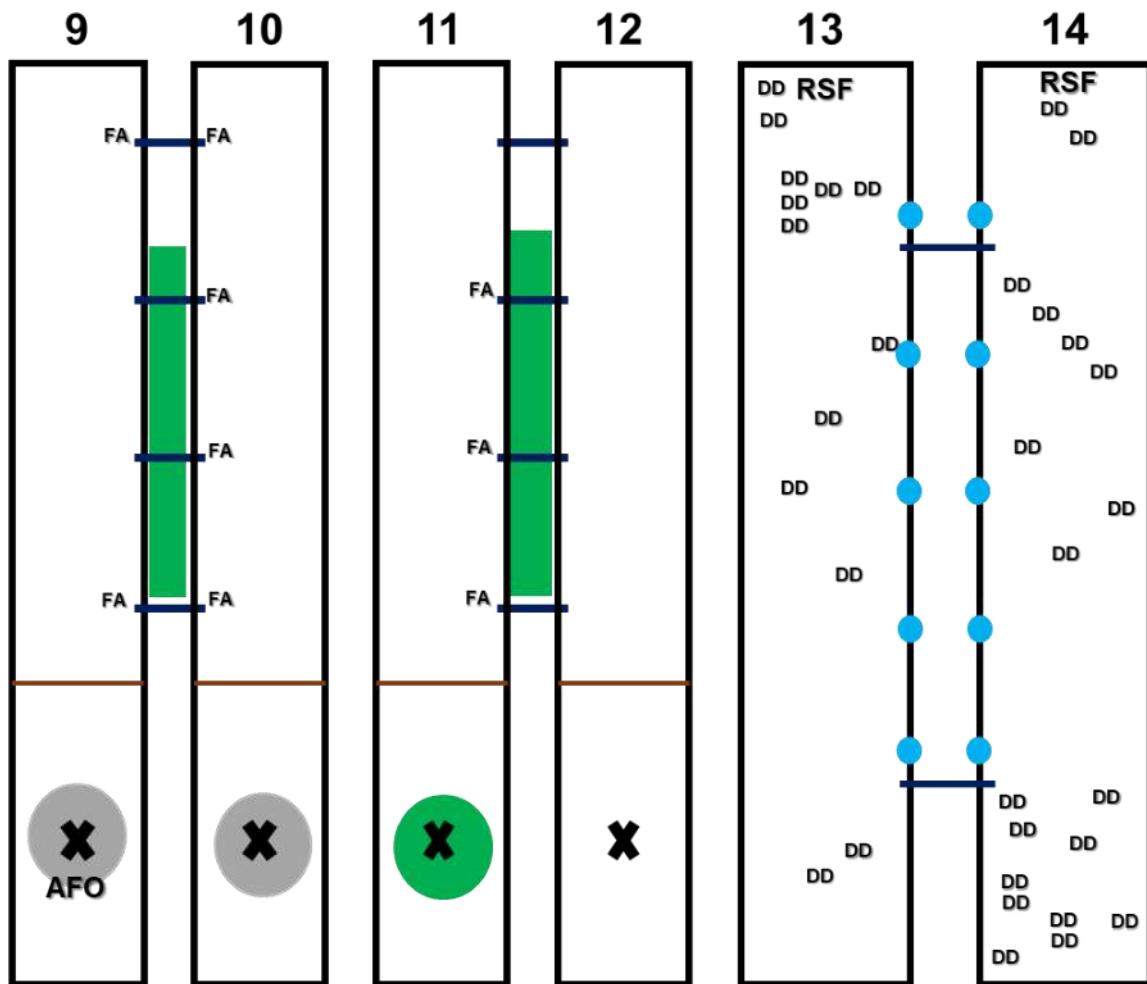
En el reactor 3 en la última parte de no se observa aeración.

Se observa en la superficie de los reactores 3, 5, 6, 7 y 8 difusores dañados.

Entre los reactores 1 y 2, 3 y 4, y 6 y 7, se observa crecimiento de vegetación.

Además, entre el pasillo de los reactores biológicos 6 y 7 se observa una fuga de lodo de recirculación.

SECCIÓN SUR



FA: Fuga de aire

● Medidor de oxígeno disuelto

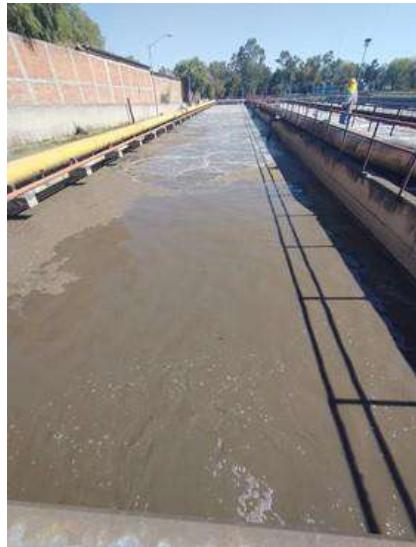
DD: Difusor dañado

■ Presencia de maleza

AFO: Agitador fuera de operación

RFO: Reactor sin flujo

Figura 30 Reactores biológicos Tren Sur



Reactor 1. Presencia de nata



Reactor 2. Presencia de nata espesa



Reactor 2, Fuga de aire



Reactor 2. Fuga de aire

Figura 31 Registro fotográfico de reactores (Parte 1)



Reactor 4 y 3



Entre Reactor 4 y 3. Presencia de vegetación



Reactor 3. Zona sin aeración



Reactor 3. Difusor dañado



Reactor 4. Fuga de aire



Reactor 5. Fuga de aire

Figura 32 Registro fotográfico de reactores (Parte 2)



Entre Reactor 5 y 6. Presencia de vegetación



Reactor 6. Presencia de nata



Reactor 6. Fuga de aire



Entre Reactor 6 y 7. Fuga de lodo



Reactor 7. Fuga de aire



Reactor 7 Fuga de aire

Figura 33 Registro fotográfico de reactores (Parte 3)



Reactor 8. Difusor dañado



Reactor 8. Difusor dañado



Reactor 8. Presencia de nata



Reactor 9. Presencia de basura

Figura 34 Registro fotográfico de reactores (Parte 4)



Entre Reactor 10 y 9. Presencia de vegetación



Reactor 10. Presencia de basura



Reactor 10. Fuga de aire



Reactor 11. Presencia de basura



Reactor 11. Fuga de aire



Reactor 11. Fuga de aire

Figura 35 Registro fotográfico de reactores (Parte 5)



Reactor 11. Fuga de aire



Entre Reactor 11 y 12. Presencia de vegetación



Entre Reactor 11 y 12. Falta de rejillas



Reactor 12. Presencia de vegetación

Figura 36 Registro fotográfico de reactores (Parte 6)



Reactor 13. Fuga de aire



Reactor 13. Difusores dañados



Reactor 14. Difusores dañados



Medidor de Oxígeno disuelto



Vista general de los sensores de oxígeno disuelto

Figura 37 Registro fotográfico de reactores (Parte 7)

8.3. Equipos electromecánicos

Se realizó el levantamiento de los equipos electromecánicos de la PTAR Cerro de la Estrella, los cuales se pueden encontrar en el FORMATO 11. EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS del Anexo IV. Se encontró que la mayoría de los equipos se encuentran fuera de servicio, además se encontró que hay muchos equipos que ya no se utilizan y no han sido dispuestos en un lugar adecuado (Figura 25).



Figura 38 Equipos electromecánicos fuera de servicio

Además, muchas de las etiquetas de los equipos ya no son legibles, por lo que se desconocen sus características específicas (Figura 39).



Figura 39 Etiquetas en equipos electromecánicos

Con respecto a los equipos que se encuentran en operación, requieren de mantenimiento (Figura 40).



Figura 40 Equipos electromecánicos en funcionamiento

El estado físico de los equipos electromecánicos es malo y la obra civil donde se resguardan requiere mantenimiento (Figura 41).



Figura 41 Estado físico de los equipos electromecánicos y la obra civil

8.4. Muestreo y calidad del agua residual

Para realizar el muestreo del agua residual en la PTAR se realizó inicialmente un recorrido a las instalaciones con personal de la planta, con la finalidad de seleccionar los puntos de muestreo más adecuados y seguros. Los puntos de muestreo seleccionados se muestran en la Figura 42.

PTAR CERRO DE LA ESTRELLA PUNTOS DE MUESTREO

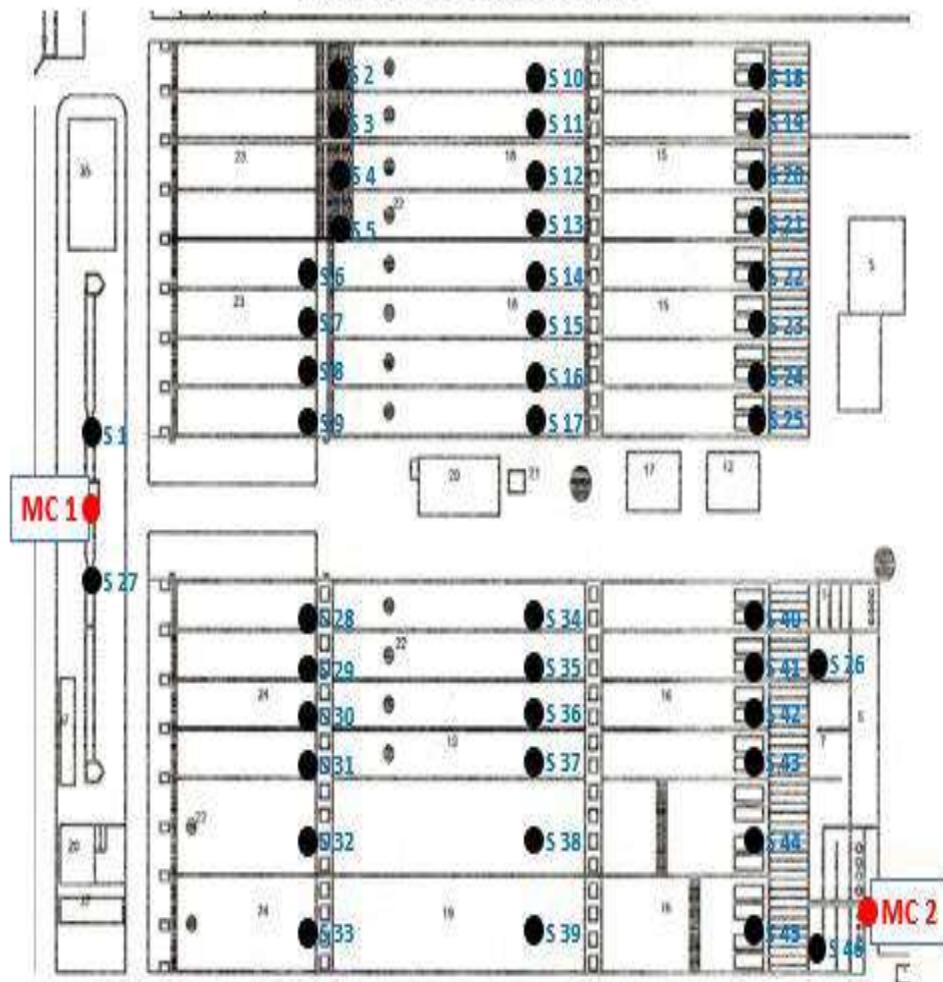


Figura 42 Puntos de muestreo

En la Tabla 7 se muestran los parámetros evaluados en cada punto, los cuales se seleccionaron de acuerdo a los parámetros de diseño de cada unidad de proceso de la PTAR. El muestreo fue realizado por el Laboratorio de Calidad del Agua, el cual es un laboratorio acreditado.

Tabla 7 Parámetros evaluados

Parámetros	Descripción	Influyente PTAR	Efluente PTAR	Influyente sedimentadores primarios Norte	Efluente sedimentadores primarios Norte	Reactores biológicos Norte	Efluente sedimentadores secundarios Norte	Influyente sedimentadores primarios Sur	Efluente sedimentadores primarios Sur	Reactores biológicos Sur	Efluente sedimentadores secundarios Sur
	No. de muestras	1	1	1	8	8	9	1	6	6	5
NOM-001- SEMARNAT -1996	pH										
	Temp										
	Materia flotante										
	Sól. Sed.										
	GyA										
	SST										
	DBO										
	NT										
	PT										
	Metales										
	HH										
	CF										

PROY- NOM-001- SEMARNAT -2017	DQO								
	Toxicidad aguda								
	Color verdadero								
	E. coli								
Otros	NTK								
	NH3								
	Norg								
	SSV								
Tipo de muestreo		Compu esto, 24 h, 6 muestr as	Compu esto, 24 h, 6 muestr as	Muestreo simple	Muestreo simple	Muestr eo simple	Muestreo simple	Muestreo simple	Muestr eo simple

Además de los análisis por el laboratorio certificado, se realizaron determinaciones de sedimentabilidad, pH, oxígeno disuelto y manto de lodos en campo

8.4.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

A continuación se presentan los resultados de los análisis del laboratorio certificado que se realizaron durante la evaluación a la PTAR.

El caudal de la PTAR fue de 734.9 L/s, con un pH tanto en el influente como en el efluente en un rango entre 7.2 y 7.5, los cuales son valores favorables para los sistemas biológicos y se encuentran dentro de los límites de la norma para su descarga. Con respecto a la temperatura los valores tanto del influente como del efluente son muy similares, con un ligero incremento en la segunda toma de muestra la cual se realizó a las 13 h y una posterior disminución de la misma por las condiciones ambientales, teniendo valores menores a 15°C durante las últimas tomas de muestra (1 y 5 am)(Figura 43).

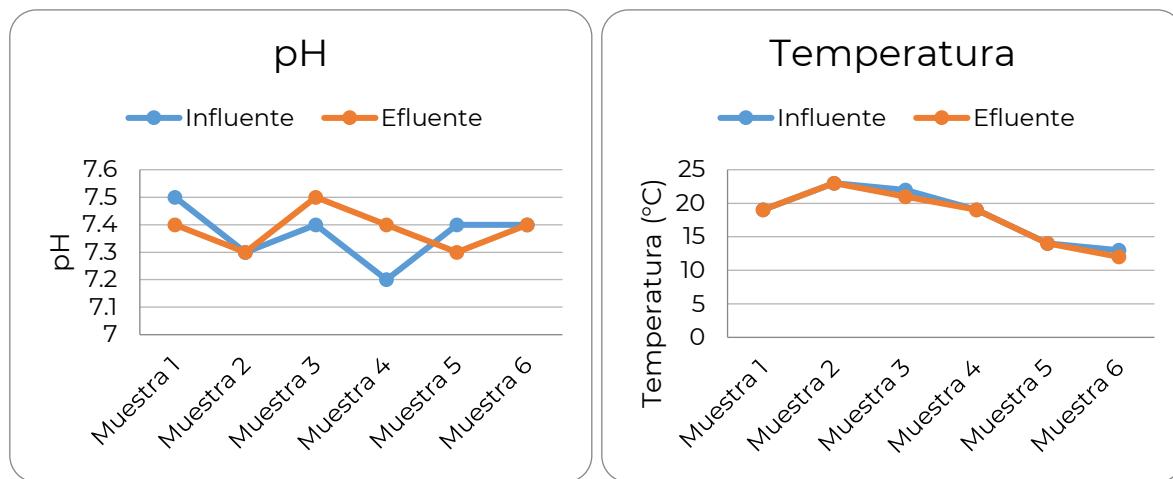


Figura 43 Parámetros de campo de muestra compuesta

En la Figura 44 se presentan las concentraciones de coliformes fecales y *E. coli* encontradas en el influente y en el efluente de la PTAR Cerro de la Estrella. Se encontró que para los dos parámetros las concentraciones en el influente fueron mayores a 2 unidades logarítmicas, mientras que en el efluente las concentraciones en la mayor parte de las muestras fueron

menores a una unidad logarítmica, lo cual indica que los microorganismos están siendo removidos en el sistema de tratamiento.

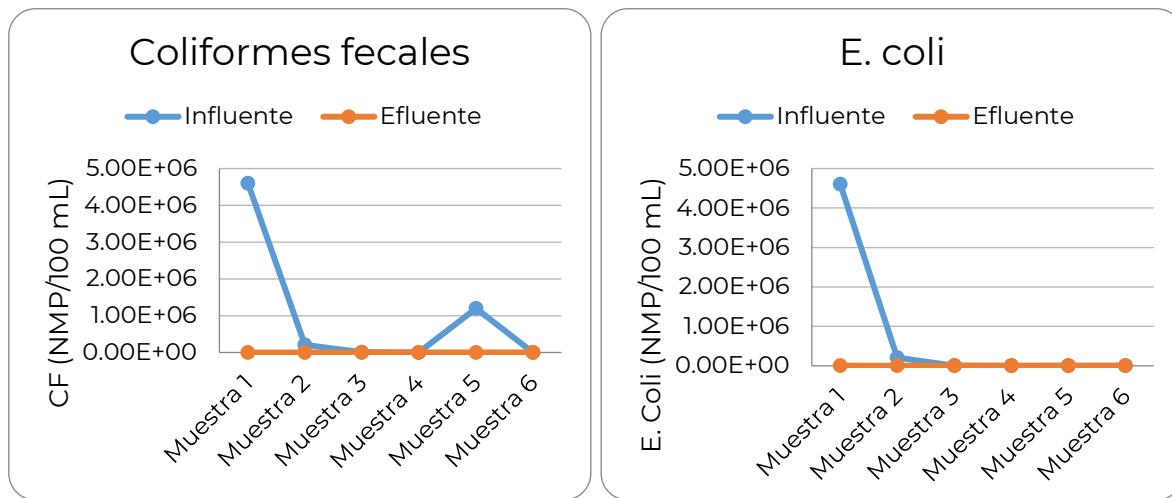


Figura 44 Coliformes fecales y *E. coli* de muestra compuesta

La concentración de materia orgánica en el influente fue de 262 mg/L de DQO y 71 mg/L de DBO, lo que significa que la carga orgánica es muy baja para el diseño de la PTAR, por lo tanto, no alcanza para mantener los microorganismos de los reactores biológicos por lo cual, se presentan las condiciones descritas anteriormente. La concentración de metales tanto en el influente como en el efluente se encuentra por debajo de los límites de la norma (Tabla 8).

Tabla 8 Resultados de laboratorio de muestra compuesta

Muestra compuesta			
Parámetro	Influente	Efluente	
Sol. Sed. (mL/L)	<0.1	<0.1	
SST (mg/L)	53.7	<3.17	
DBO ₅ (mg/L)	71	26	
NT (mg/L)	39.3	14.7	
PT (mg/L)	5.4	1.79	
HH (NMP/100 mL)	Cero	Cero	
DQO (mg/L)	262	53	
Color verdadero	2.1	1.4	2.3
	1.1	0.6	1.1
	0.6	0.4	0.6
	8.47	8.61	8.48
Metales	0.0053	0.005	0.0189
	<0.030	<0.030	<0.030
	<0.050	<0.050	<0.05
	<0.10	<0.10	<0.10
	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	<0.10	<0.10	<0.10
	<0.10	<0.10	<0.10
	<0.10	<0.10	<0.10

La toxicidad en el influente de la PTAR presenta valores significativos por arriba de 2 UT, sin embargo en el efluente la toxicidad ya no es detectada, lo que significa que el sistema de tratamiento remueve los compuestos que están provocando la presencia de este parámetro (Figura 45).

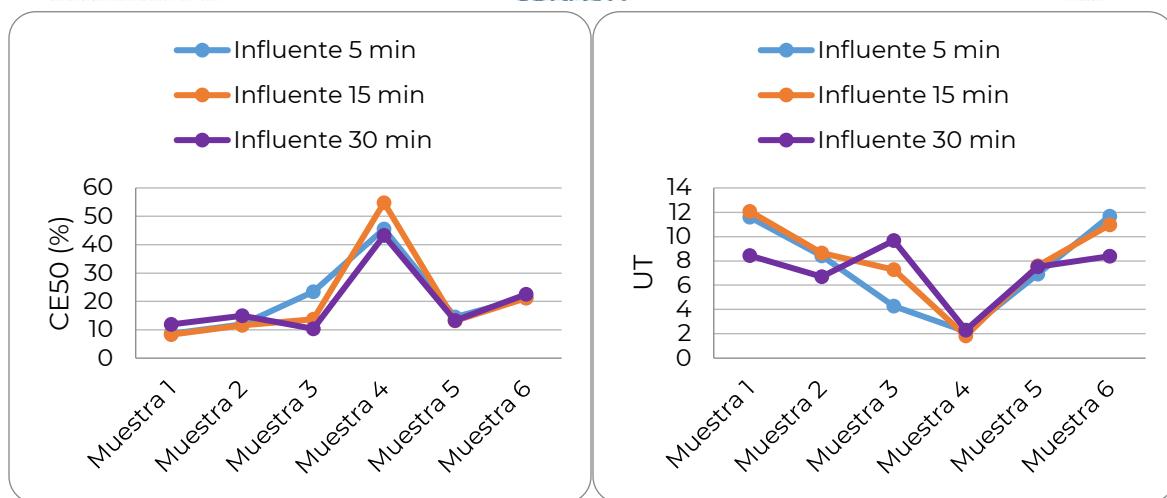


Figura 45 Toxicidad aguda (*Vibrio fischeri*) de muestra compuesta

8.4.2. ANÁLISIS REALIZADOS EN CAMPO

Los resultados de los análisis realizados en campo se detallan a continuación.

Índice volumétrico de lodos

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de las pruebas del Índice Volumétrico de Lodos efectuados a los 14 reactores biológicos de la PTAR de Cerro de la Estrella.

En la Tabla 9 se muestra el resultado de la prueba de sedimentación, en donde se registró el volumen de lodo cada cinco minutos.

Tabla 9 Tiempo de sedimentación (volumen de lodos en mL)

Reactor	Tiempo de sedimentación (min)						
	0	5	10	15	20	25	30
RB-01	1000	480	340	300	280	250	240
RB-02	1000	180	100	80	40	30	30
RB-03	0	0	0	0	0	0	0
RB-04	1000	400	260	220	190	150	140
RB-05	1000	380	280	250	230	220	220
RB-06	1000	300	240	200	180	180	170
RB-07	1000	50	50	30	30	30	30
RB-08	1000	200	130	120	120	60	60
RB-09	1000	320	250	210	200	170	150
RB-10	1000	250	200	170	150	130	120
RB-11	1000	250	200	170	150	130	120
RB-12	1000	330	260	230	200	180	170
RB-13	1000	200	160	140	130	120	110
RB-14	1000	150	120	110	100	100	90

Estos resultados se graficaron para obtener la tendencia de sedimentación de los flóculos y así determinar cuál es su comportamiento en el sedimentador secundario. Las gráficas se presentan en las Figura 46, Figura 47, Figura 48, Figura 49.

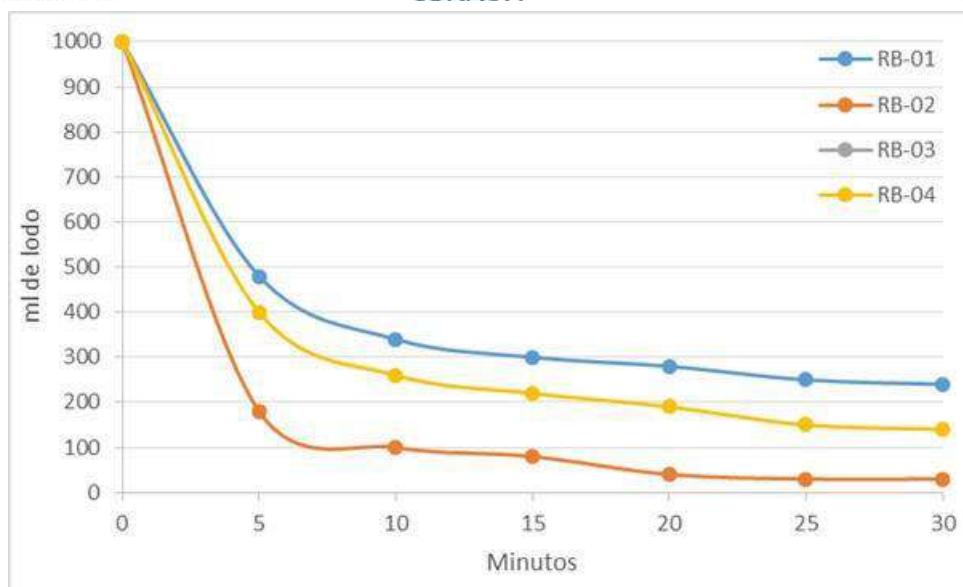


Figura 46 Sedimentación Unidad I Reactores 1-4

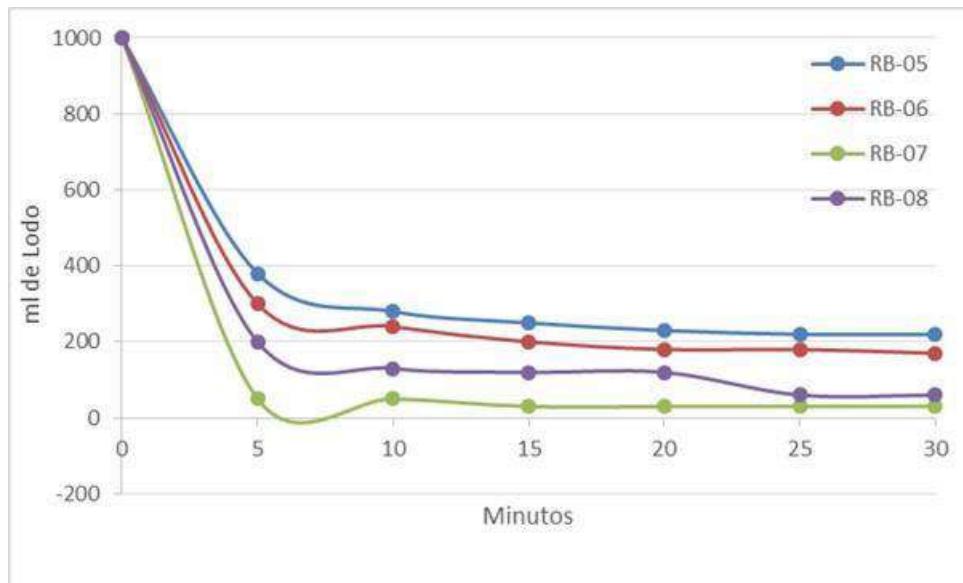


Figura 47 Sedimentación Unidad II Reactores 5-8

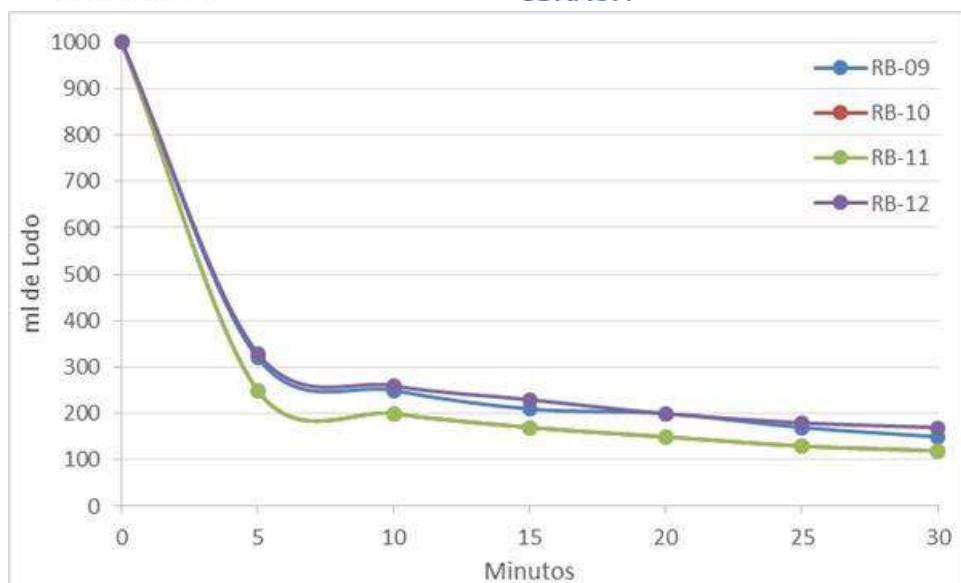


Figura 48 Sedimentación Unidad III Reactores 9-12

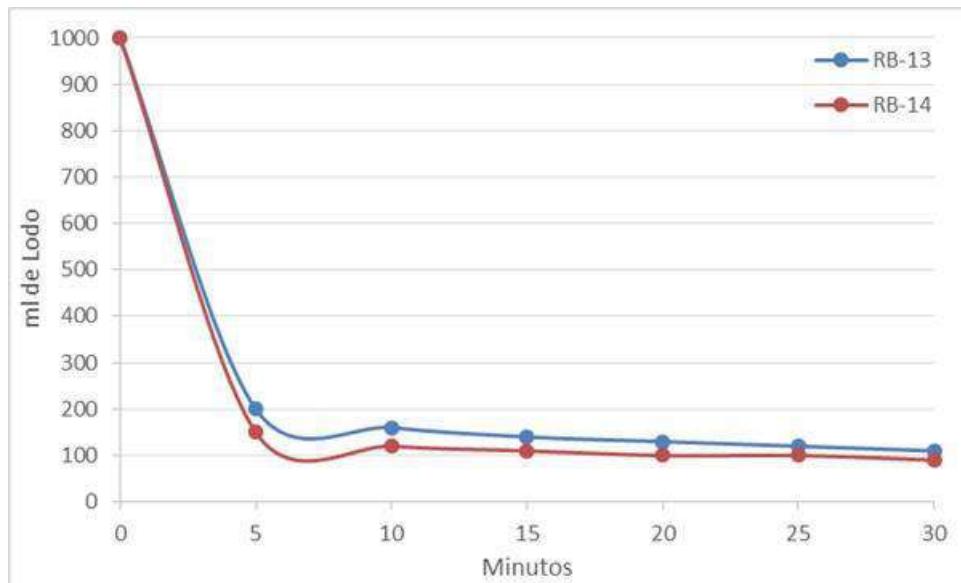


Figura 49 Sedimentación Unidad IV Reactores 13 y 14

De acuerdo a las gráficas se puede apreciar que en los primeros 5 minutos el lodo sedimenta muy rápidamente, a excepción de los reactores RB-03 y 07, que no presentaron licor mezclado en el tanque y el RB-13 y 14 que no tenían flujo de agua. El hecho de que los lodos sedimenten rápidamente indica que son lodos algo viejos.

En la Tabla 10, se describen las observaciones de cada una de las pruebas.

Tabla 10 Características de las pruebas de sedimentación

Reactor	Color del flóculo	Forma del flóculo	Clarificado
RB-01	Café oscuro	Bien formado	Claro
RB-02	Café ligeramente obscuro	Bien formados	Claro, con flóculos suspendidos
RB-03	Sin biomasa		
RB-04	Café ligeramente obscuro	Bien formados	Turbio, con sobrenadante
RB-05	Café ligeramente obscuro	Bien formados	Claro
RB-06	Café ligeramente obscuro	Bien formados	Turbio, con sobrenadante
RB-07	Café claro	Ligero	Turbio, con sobrenadante
RB-08	Café ligeramente obscuro	Bien formados	Claro
RB-09	Café ligeramente obscuro	Bien formados	Claro
RB-10	Café ligeramente obscuro	Bien formados	Claro
RB-11	Café ligeramente obscuro	Bien formados	Claro
RB-12	Café ligeramente obscuro	Bien formados	Claro
RB-13	Café - gris	Bien formados	Claro
RB-14	Café - gris	Bien formados	Claro

En términos generales, la mayoría de los lodos presentan un color café ligeramente oscuro, así como flóculos bien formados y con un sobrenadante turbio y en algunos casos con natas. Estas características son específicas de un lodo viejo.

En las Figura 50 a la Figura 53 se pueden observar las características que se mencionan en la Tabla 10.

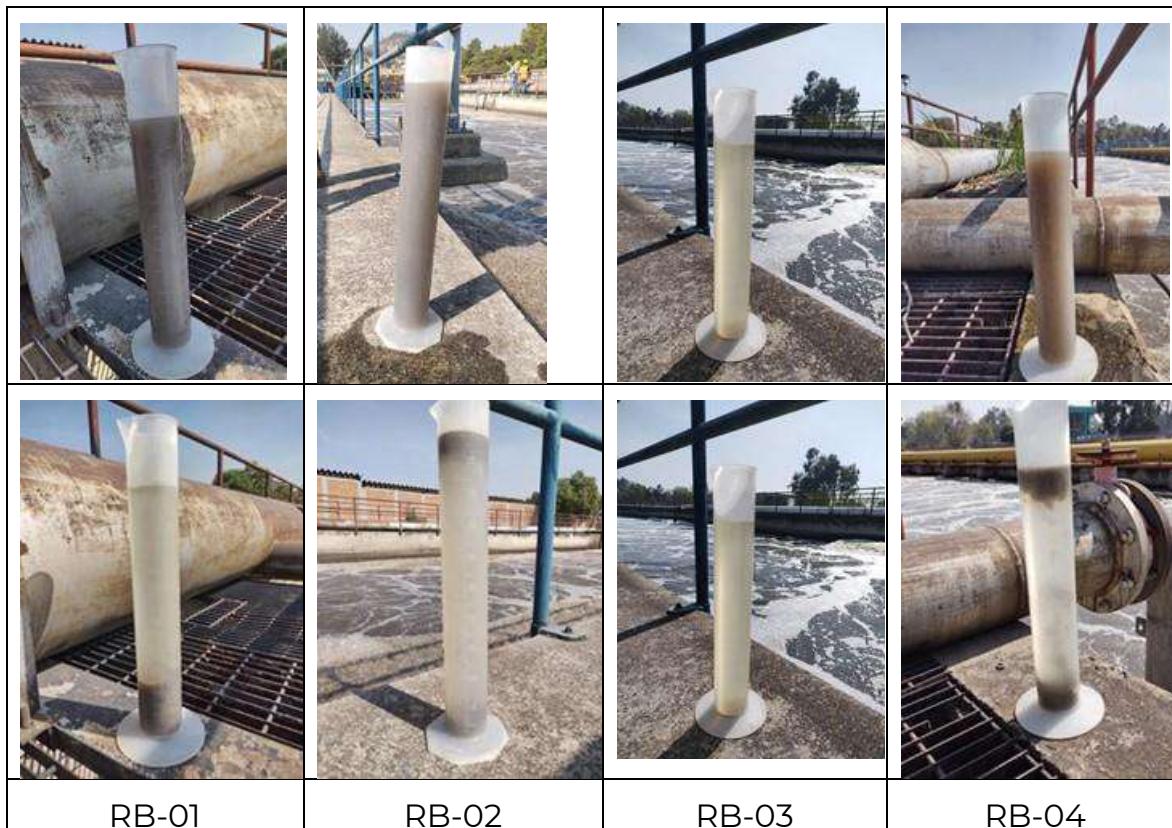


Figura 50 Lodos en prueba de sedimentación Unidad I reactores 1-4



Figura 51 Lodos en prueba de sedimentación Unidad II reactores 5-8

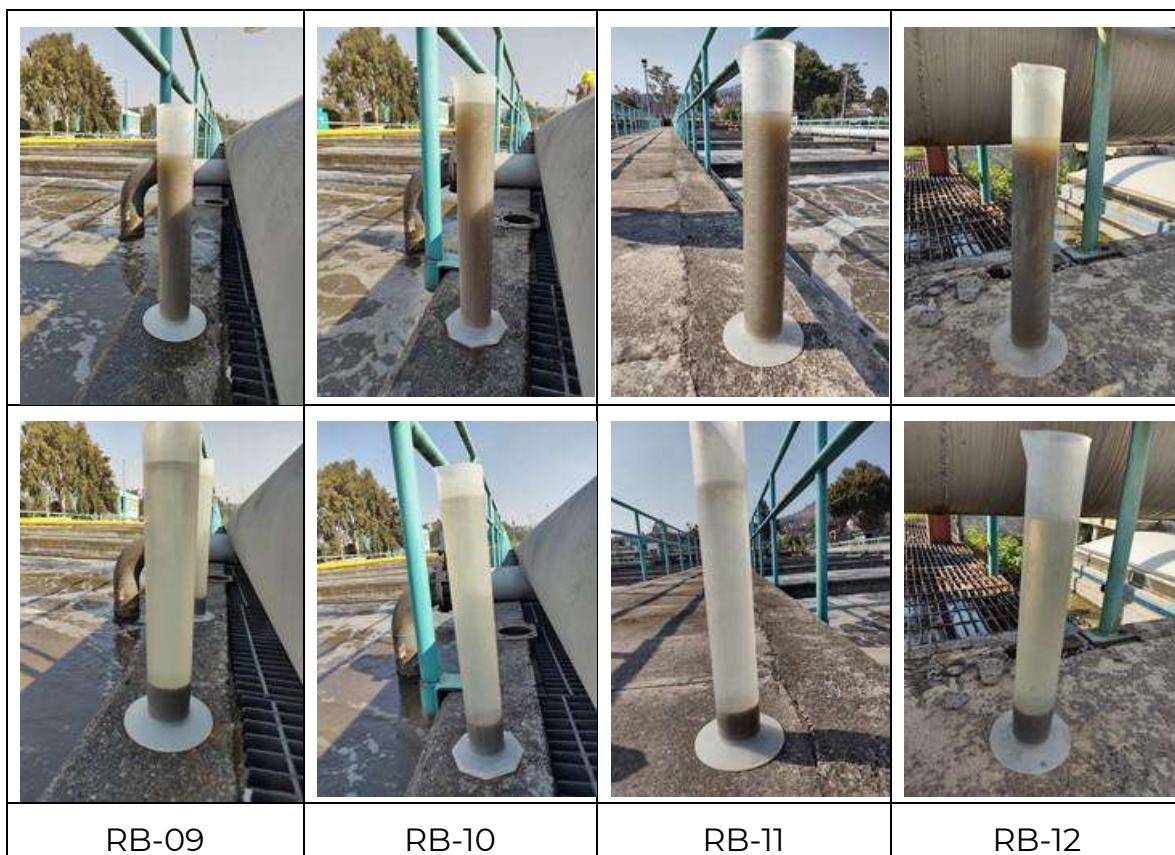


Figura 52 Lodos en prueba de sedimentación Unidad III reactores 9-12

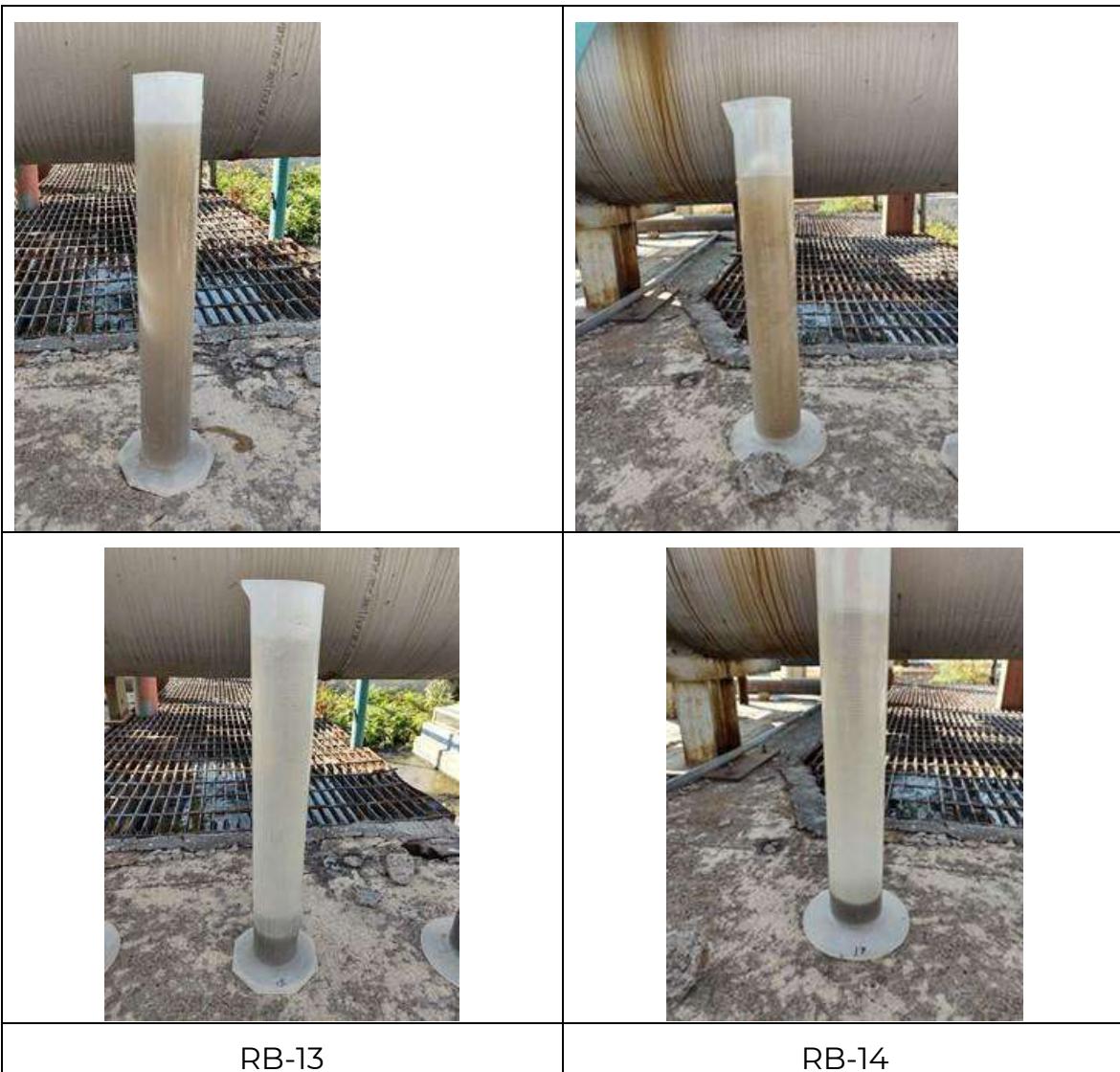


Figura 53 Lodos en prueba de sedimentación Unidad IV reactores 13 y 14

En la Tabla 11 se muestra el volumen final del lodo a los 30 minutos, los sólidos suspendidos totales de la muestra y su índice volumétrico de lodos. Estos resultados se muestran en la Figura 54.

Tabla 11 Índice volumétrico de lodos (IVL)

Reactor	Vol. (mL)	Lodo	SST (mg/L)	IVL (ml/g)	SSV (mg/L)
RB-01	240		1168	205.48	945
RB-02	30		1272	23.58	716
RB-03	0		54,7		29
RB-04	140		1248	112.18	952
RB-05	220		2050	107.32	1635
RB-06	170		1545	110.03	1245
RB-07	30		905	33.15	660
RB-08	60		1191	50.38	951
RB-09	150		1185	126.58	935
RB-10	120		1435	83.62	1150
RB-11	120		1145	104.80	920
RB-12	170		1640	103.66	1290
RB-13	110		553	198.92	427
RB-14	90		33	2727.27	15

En un proceso de lodos activados de sistema convencional se recomienda que los SSV estén en un rango de 1500 a 3000 mg/L y de acuerdo a la Tabla anterior en su mayoría los reactores biológicos están por debajo del rango. Esto es debido a que el sistema de tratamiento en el momento del muestreo operaba con flujo de 800 L/s, por lo que no se recibe la suficiente materia orgánica para sustentar adecuadamente la concentración de SST y SSV en los reactores biológicos. Además, los reactores 2, 3, 7, 13 y 14 no recibían agua, solo permanecían aereados, lo que genera condiciones endógenas en los microorganismos.

El rango que se recomienda para el IVL es de 35 a 150 ml/g, y de acuerdo a los valores obtenidos presentan una gran disparidad entre ellos, unos están cercanos al límite inferior y otro fuera de rango, lo que sugiere que los reactores no son operados de igual manera.

Ahora bien, si bien todos los reactores biológicos operan bajo las mismas condiciones de flujo y calidad del agua, así como de recirculación de lodos, no debería existir tanta discrepancia entre ellos, como se aprecia en la Figura 54. Esto sugiere, que los reactores no son operados de manera similar.

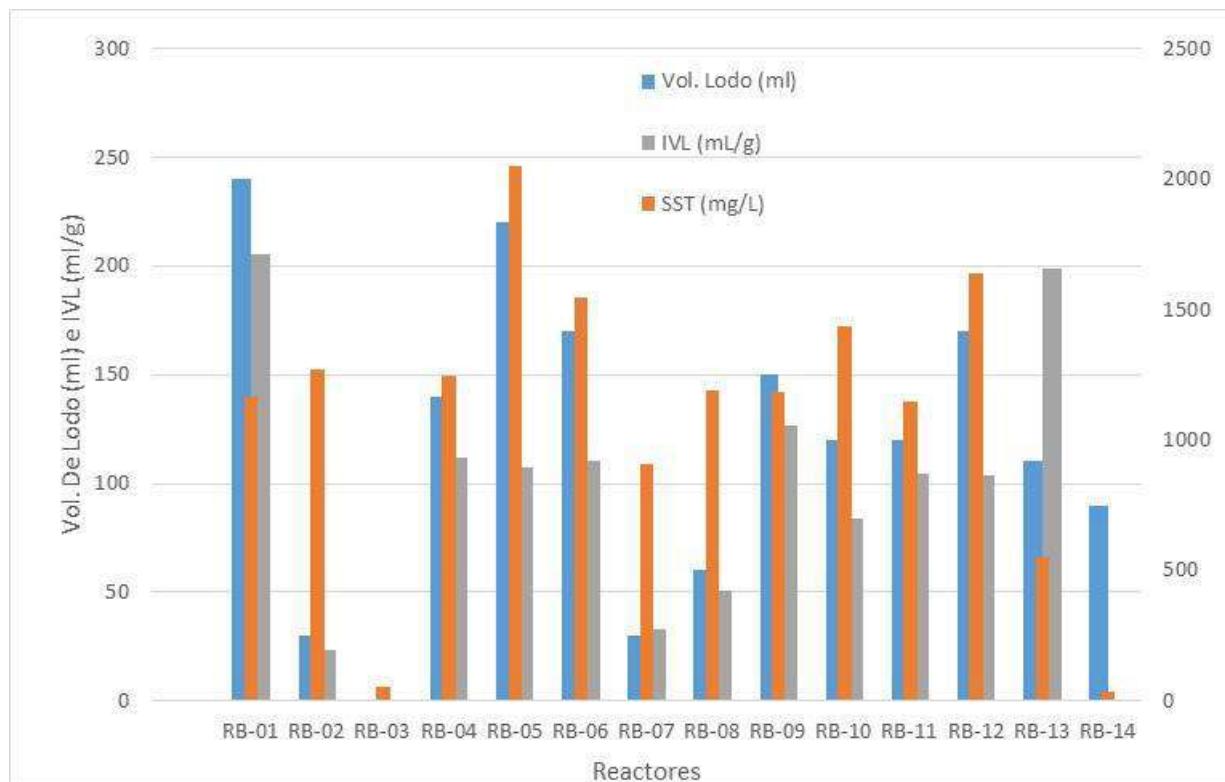


Figura 54 Volumen de lodo final, SST e IVL

Manto de lodos

Tomar en cuenta que la literatura recomienda mantener un manto de lodos de alrededor de un metro de altura, esto con el fin de tener un lodo no tan aguado ni tan espeso que no pueda ser bombeado con una bomba centrífuga.

- a) Sedimentadores primarios

En la Tabla 12 muestran los resultados del manto de lodos presente en los sedimentadores primarios.

Tabla 12 Manto de lodos en sedimentadores primarios (cm)

Sedimentador	Inicio	Medio	Final *
SP-01	230	233	100
SP-02	270	270	260
SP-03	200	140	80
SP-04	100	80	70
SP-05	60	50	30
SP-06	70	70	60
SP-07	110	70	30
SP-08	50	50	40
SP-09	190	50	20
SP-10	150	80	80
SP-11	170	90	60
SP-12	180	80	20
SP-13	Fuera de operación		
SP-14	Fuera de operación		

*Final, después de la media caña.

En la Figura 55 se muestra la ubicación de la media caña en el sedimentador primario.



Figura 55 Media caña en el sedimentador primario

En relación a los sedimentadores que están fuera de operación:

- Es importante mencionar que a los sedimentadores primarios SP-02, 03, 07, 13 y 14 no entra agua residual.
- El SP-13 y 14 son aerados, por lo que no operan como sedimentadores, sino como unos prereactores biológicos.
- El SP-02 a pesar de que no está en operación cuenta con una acumulación de lodos alrededor de los 270 cm, lo que genera condiciones anaerobias por el lodo acumulado.
- De igual manera sucede con el SP-03, con una acumulación que va de los 200 a 80 cm, y el SP-07 en menor medida, que va de 110 a 30 cm.
- Si estos sedimentadores están fuera de operación no deberían tener acumulación de lodo.

En relación a los sedimentadores que están en operación:

- En el SP-01 los niveles de lodo están alrededor de los 230 cm, lo que indica que no se ha purgado adecuadamente. Esto ocasiona una disminución del volumen útil de la unidad y por tanto la reducción del tiempo de residencia hidráulica, lo que origina un arrastre de sólidos y lo que disminuye su eficiencia de operación.
- Para los SP-04, 05, 06 y 08 los niveles de lodo son adecuados.
- En los SP-09, 10, 11 y 12 los niveles en un inicio son elevados, pero posteriormente éste desciende adecuadamente hasta ser menor a un metro. Esto indica un buen funcionamiento de la unidad y del retiro de los lodos.

b) Sedimentadores secundarios

En la Tabla 13 se muestran los resultados del manto de lodos presente en los sedimentadores secundarios.

Tabla 13 Manto de lodos en sedimentadores secundarios (cm)

Sedimentador	Inicio	Final*	Vertedor	
			1	2
SS-01	36	0	0	0
SS-02	Fuera de operación			
SS-03	Fuera de operación			
SS-04	22	0	0	0
SS-05	60	5	0	0
SS-06	170	0	0	0
SS-07	Fuera de operación			
SS-08	150	5	0	0
SS-09	70	70	20	20
SS-10	80	50	10	0
SS-11	80	60	0	0
SS-12	130	20	10	10
SS-13	Fuera de operación			
SS-14	Fuera de operación			

*Final, después de la media caña.

En la Figura 56 se muestra la ubicación de la media caña en el sedimentador secundario.

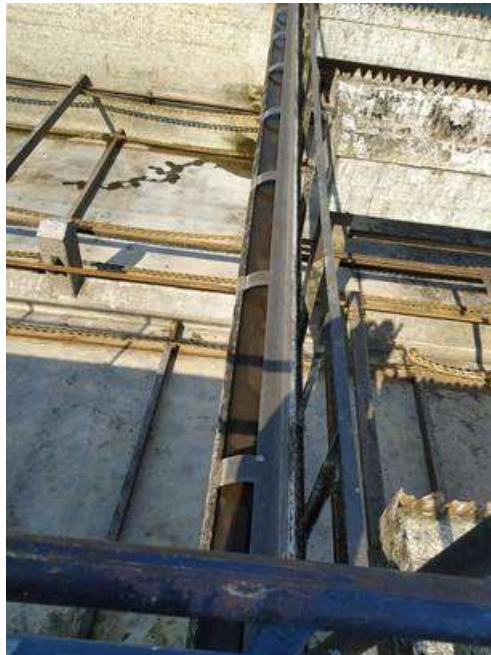


Figura 56 Media caña en el sedimentador secundario

En relación a los sedimentadores que están fuera de operación:

- Recordar que a los sedimentadores primarios SP-02, 03, 07, 13 y 14 no entra agua residual, por lo que a los sedimentadores secundarios SS-02, 03, 07, 13 y 14 están fuera de operación.
- Los sedimentadores secundarios SP-02, 03 y 07 están vacíos.
- Los sedimentadores secundarios SP-13 y 14 contienen agua pero no se determinó el manto de lodos porque los reactores tienen concentraciones de SST muy bajas.

En relación a los sedimentadores que están en operación:

- En los SS-06, 08 y 12 al inicio sobre pasa el nivel recomendado de 1 m de manto de lodos.
- En contraste los SS-01, 04, 05, 09, 10 y 11, presentan niveles por debajo del 1 m de manto de lodos.
- Los SS-01, 04, 05, 06 y 08, después del inicio no presentan manto de lodos.
- Los SS-09, 10 y 12, presentan un perfil de manto de lodo a lo largo de los mismos, que va de más a menos, lo que muestra una correcta distribución.

Con la información anterior se puede concluir que los sedimentadores primarios que están fuera de operación contienen lodo, los cuales

presentan condiciones anaerobias, lo que genera que el área circundante tenga fuertes olores a ácido sulfídrico.

Los sedimentadores primarios no son purgados de igual manera, ya que algunos presentan niveles altos de lodos y otros no.

Al parecer el caudal de agua que ingresa a cada tren de tratamiento no es equitativo, es por eso que no se tienen los mismos niveles de manto de lodos.

En relación a los sedimentadores secundarios que están fuera de operación algunos están vacíos y otros no.

El hecho de que los sedimentadores secundarios no presenten el mismo nivel de manto de lodos, puede ser debido a que de entrada no se recibe el mismo caudal en cada uno de los trenes y otra el caudal de recirculación de lodos es diferente.

Determinación de perfil de oxígeno disuelto y pH

A continuación, en la Figura 57 se muestra el equipo empleado y como se realizaron las determinaciones en campo.



Figura 57 Equipos para la medición de pH y OD y determinaciones en campo

Las determinaciones de oxígeno disuelto y pH se realizaron cada 15 m, donde la primera determinación se realizó al inicio de cada reactor, aproximadamente a 1 m de la entrada al reactor, debido a que no se podía determinar en el punto cero, ya que no se tenía un acceso seguro. En la Tabla 14 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 14 Determinaciones de OD y pH

m	RB1		RB2		RB3		RB4		RB5	
	pH	OD (mg/L)								
0	7.50	0.20			7.61	9.04	7.35	0.27	7.40	0.29
15	7.48	0.21			7.63	9.20	7.23	0.25	7.48	0.18
30	7.26	0.28	6.73	8.52	7.67	8.74	7.06	0.26	7.23	0.21
45	7.19	1.18	6.70	9.60	7.67	9.12	7.21	5.67	7.08	1.18
60	7.18	5.55	6.68	8.92	7.70	9.06	7.29	7.46	6.96	1.86
75	7.24	6.78	6.64	8.71	7.67	8.96	7.36	7.33	6.92	2.29
90	7.34	7.50	6.67	8.92	7.64	9.12	7.32	6.37	7.03	4.07
m	RB6		RB7		RB8		RB9		RB10	
	pH	OD (mg/L)								
0	7.49	0.20	7.76	7.15	7.46	0.18	7.38	0.29	7.45	0.22
15	7.45	0.20	7.67	8.18	7.51	0.20	7.39	0.22	7.49	0.17
30	7.13	0.22	7.75	8.53	7.18	2.20	7.42	0.60	7.48	2.50
45	6.99	1.20	7.75	8.68	7.21	3.55	7.41	0.53	7.48	4.20
60	6.95	1.72	7.77	8.76	7.05	3.61	7.45	1.71	7.44	4.07
75	6.93	2.40	7.78	8.81	7.06	3.77	7.88	2.12	7.42	4.21
90	6.97	3.32	7.74	8.78	7.05	3.82	7.37	2.19	7.40	4.08
m	RB11		RB12		RB13		RB14			
	pH	OD (mg/L)								
0	7.46	0.20	7.49	0.18	7.50	6.98	8.24	8.20		
15	7.49	0.18	7.47	0.16	7.59	7.06	8.26	8.47		
30	7.5	0.12	7.40	1.70	7.50	7.02	8.18	8.50		
45	7.46	1.27	7.38	1.03	7.44	7.00	8.16	8.60		
60	7.36	1.33	7.29	1.85	7.34	6.54	8.18	8.71		
75	7.37	1.11	7.29	1.87	7.33	6.55	8.20	8.77		
90	7.36	0.86	7.32	1.73	7.34	6.36	8.15	8.68		

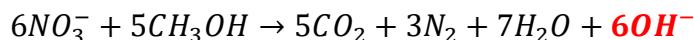
Los reactores biológicos del 1 al 12 presentan en su inicio un selector o bioselector (zona o celda anóxica), por lo que el proceso fue diseñado para eliminar nitrógeno. Así, en primer lugar, en el proceso de desnitrificación se produce alcalinidad por lo que el pH del agua a la salida de esta zona debe subir levemente con relación al de entrada. En segundo lugar, en la zona de aeración se da el proceso de nitrificación, el cual consume alcalinidad, por lo que el pH a la salida de este proceso será menor.

Bajo esta premisa, el comportamiento del pH en el reactor biológico se relaciona directamente con las reacciones en las que está presente el nitrógeno, nitrificación y desnitrificación.

Nitrificación (condición ácida, H^-)



Desnitrificación (condición alcalina, OH^-)



Así, el pH dentro de la zona anóxica será de menos a más, o por lo menos casi igual (aumentará), y en la zona de aeración de más a menos (disminuirá).

En relación a la presencia de oxígeno disuelto (OD) en el reactor biológico, la concentración de OD en la zona anóxica debe estar en un rango de 0.1 a 0.3 mg/L y en la zona de aeración debe ir de más a menos, debido a que en un inicio se tiene mayor carga orgánica y por tanto una mayor demanda de oxígeno y casi al final la demanda disminuye porque ya no hay materia orgánica que oxidar, y de acuerdo a la literatura se recomienda que se tenga un residual de aproximadamente 2 mg/L.

Es importante aclarar que en la memoria de cálculo se establece que la zona anóxica tiene una longitud de 15 m, sin embargo, físicamente se observa que esta zona se prolonga hasta los 30 m aproximadamente.

A continuación, se presentan una serie de gráficas (Figura 58 a Figura 72) en donde se pueden observar las tendencias de OD y pH en cada reactor.

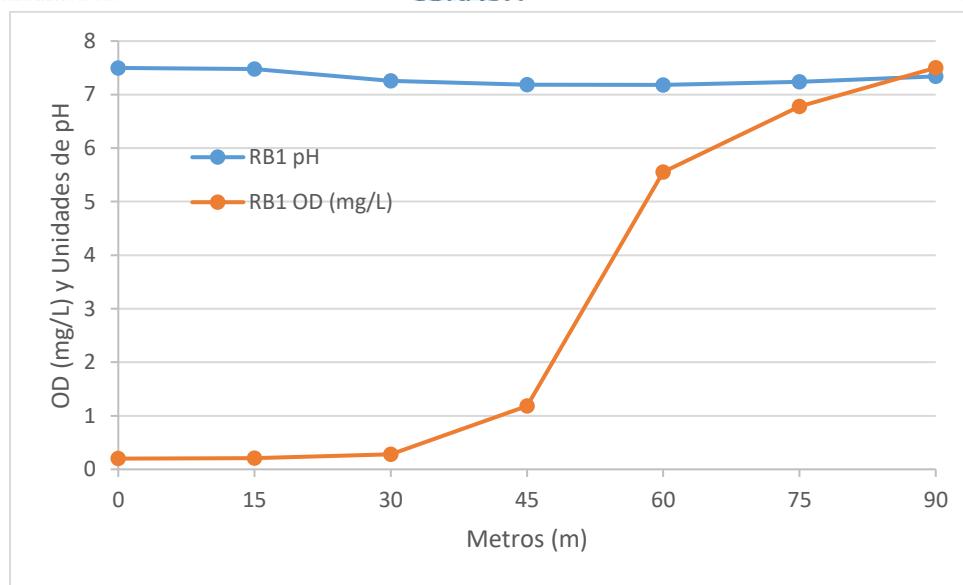


Figura 58 pH y OD en el reactor 1

En el reactor 1 el agitador o mezclador en la zona anóxica se encuentra sin operar.

En la Figura 58 se observa que las condiciones anóxicas son adecuadas para realizar la desnitrificación, ya que el OD se mantiene por debajo de 0.30 mg/L, sin embargo, el pH en lugar de aumentar disminuye ligeramente.

En la zona de aeración rápidamente se incrementa la concentración OD residual, lo que muestra que probablemente la carga orgánica está muy por debajo de la de diseño (41,853 kg DBO/d), ya que a la mitad del reactor biológico probablemente toda la materia orgánica ha sido estabilizada, por lo que al final del reactor no existe consumo de oxígeno. Esto es congruente con la disminución de pH hasta los 60 m, punto hasta donde se da la nitrificación.

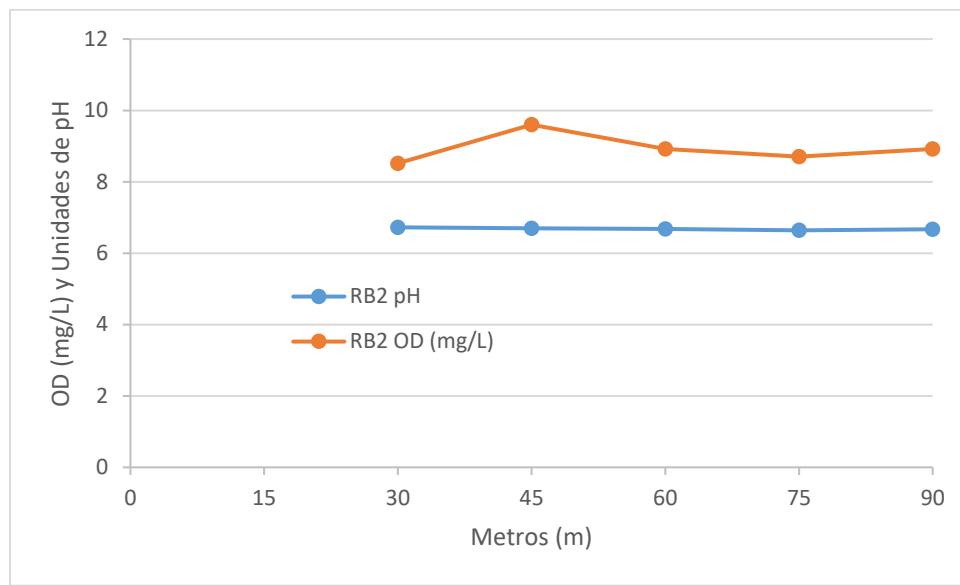


Figura 59 pH y OD en el reactor 2

En el reactor 2 el agitador o mezclador en la zona anóxica se encuentra sin operar.

No se realizaron las primeras dos determinaciones debido a que en la superficie se encuentra una nata gruesa y espesa de lodos. A este reactor no ingresa agua, por lo que solo se mantiene en aeración, con un OD residual entre 8.5 y 8.9 y un pH menor a 7 unidades.

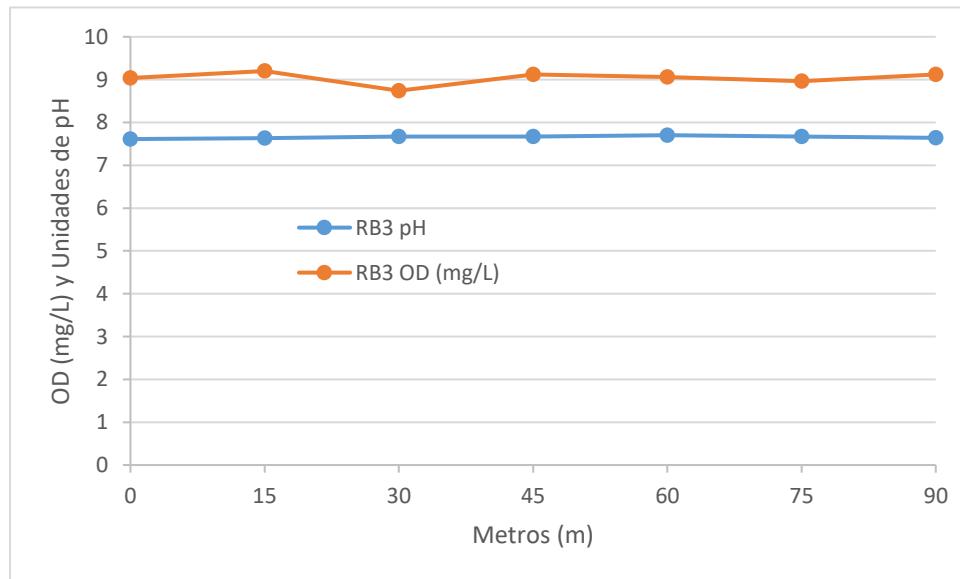


Figura 60 pH y OD en el reactor 3

En el reactor 3 el agitador o mezclador en la zona anóxica se encuentra sin operar.

A este reactor no ingresa agua, por lo que solo se mantiene en aeración, con un OD residual entre 8.7 y 9.2 y un pH entre 7.6 y 7.7 unidades.

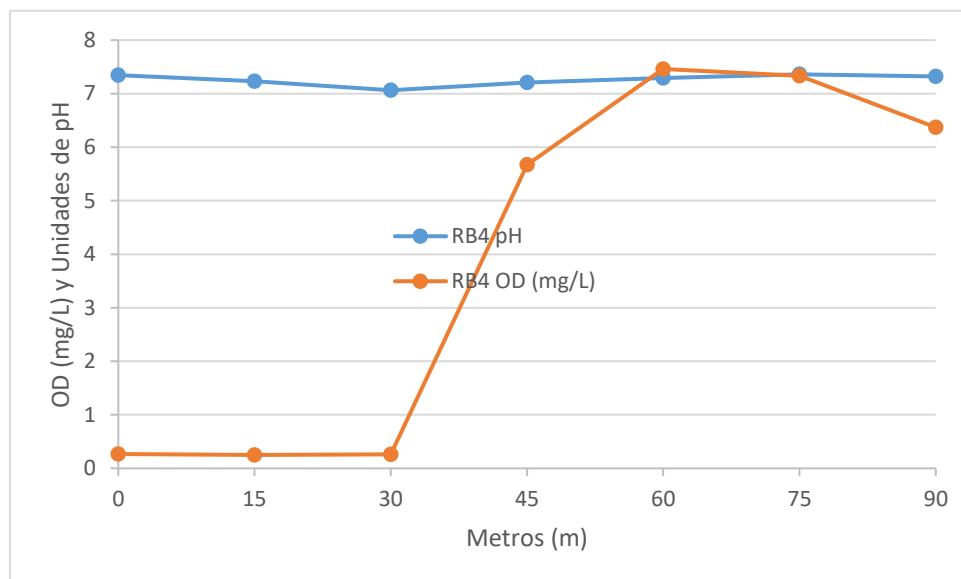


Figura 61 pH y OD en el reactor 4

En el reactor 4 el agitador o mezclador en la zona anóxica se encuentra sin operar.

En la Figura 61 se observa que las condiciones anóxicas son adecuadas para realizar la desnitrificación, ya que el OD se mantiene por debajo de 0.30 mg/L, sin embargo, el pH en lugar de aumentar disminuye ligeramente.

En la zona de aeración rápidamente se incrementa la concentración OD residual, lo que muestra que probablemente la carga orgánica está muy por debajo de la de diseño (41,853 kg DBO/d), ya que probablemente toda la materia orgánica ha sido estabilizada en los primeros 30 m, por lo que al final del reactor no existe consumo de oxígeno. El pH después de los 30 m presenta un ligero aumento de 7.06 a 7.36 unidades, lo que sugiere que no existe nitrificación en esta zona.

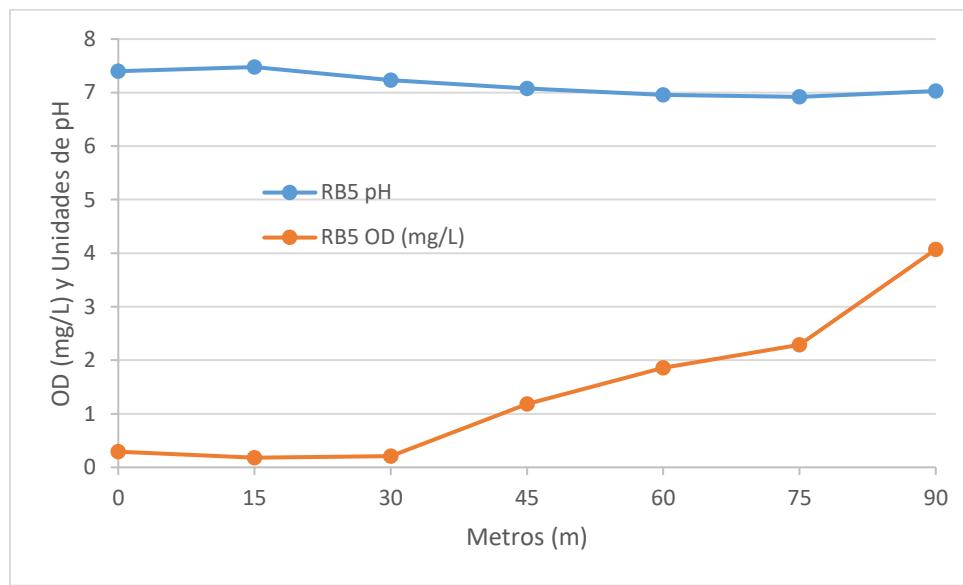


Figura 62 pH y OD en el reactor 5

En el reactor 5 el agitador o mezclador en la zona anóxica se encuentra sin operar.

Se observa (Figura 62) que la zona anóxica opera adecuadamente al presentar OD residual menor a 0.3 mg/L y un aumento de pH hasta los 15 m. En la zona aerobia se va incrementando el OD residual hasta alcanzar una concentración de 2.29 mg/L (75 m), lo que muestra que existe estabilización de materia orgánica. El pH disminuye de 7.48 a 7 unidades, mostrando que se da el proceso de nitrificación correctamente.

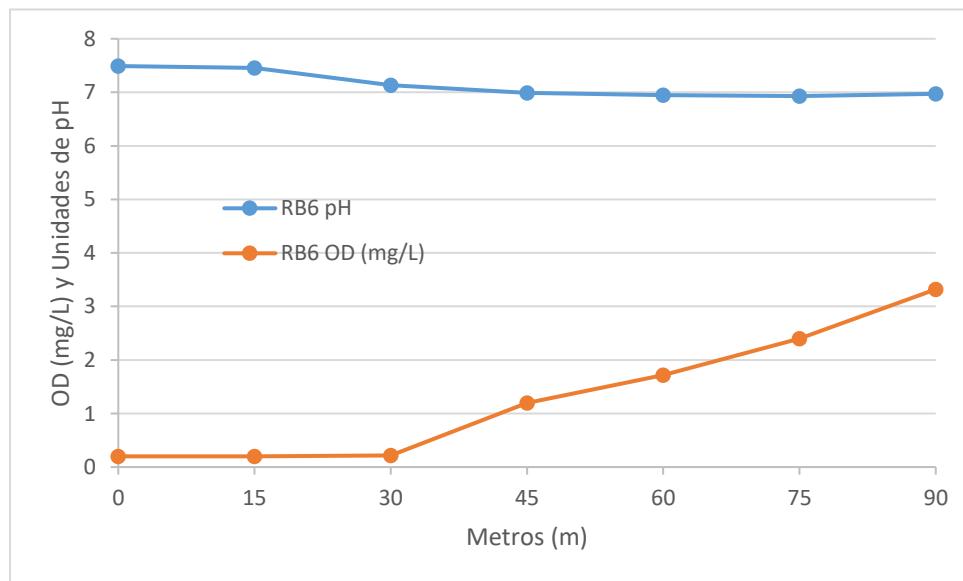


Figura 63 pH y OD en el reactor 6

En el reactor 6 el agitador o mezclador en la zona anóxica se encuentra sin operar.

La Figura 63 muestra que la zona anóxica presenta OD residual menor a 3 mg/L, sin embargo, el pH en lugar de aumentar disminuye a lo largo de todo el reactor, pasa de 7.49 a 6.93 unidades, por lo que probablemente no se dé la desnitrificación, pero si la nitrificación. En la zona aerobia se va incrementando el OD residual hasta alcanzar una concentración de 2.4 mg/L (75 m), lo que muestra que existe estabilización de materia orgánica.

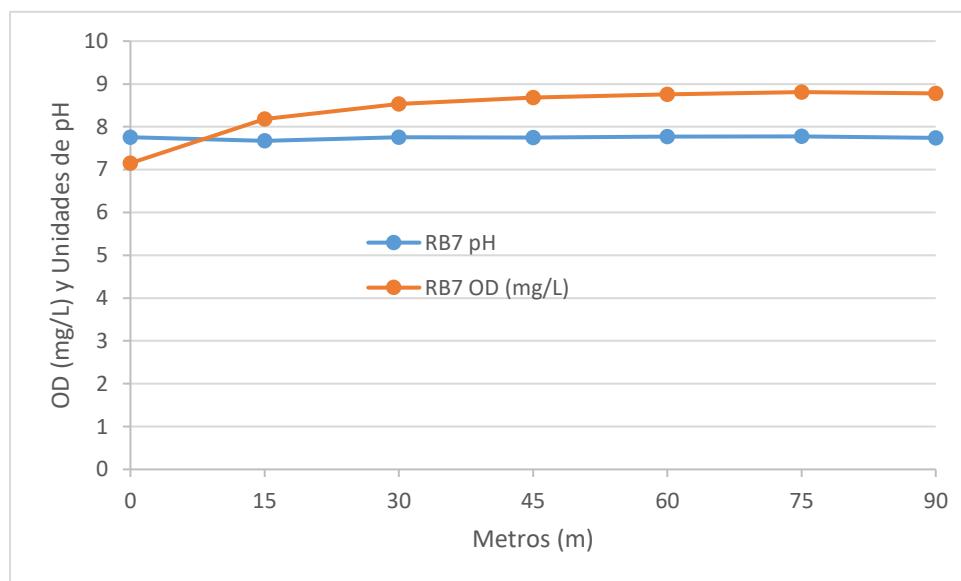


Figura 64 pH y OD en el reactor 7

En el reactor 7 el agitador o mezclador en la zona anóxica se encuentra sin operar.

A este reactor no ingresa agua, por lo que solo se mantiene en aeración, con un OD residual entre 7.15 a 8.8 y un pH alrededor de 7.5 unidades.

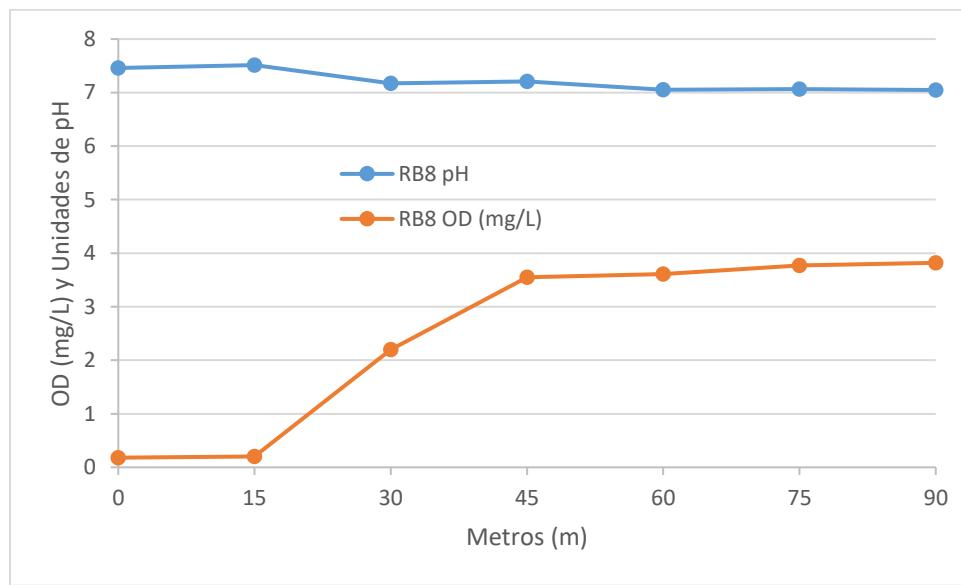


Figura 65 pH y OD en el reactor 8

En el reactor 8 el agitador o mezclador en la zona anóxica se encuentra sin operar.

Se observa (Figura 65) que la zona anóxica opera adecuadamente hasta los 15 m al presentar OD residual menor a 0.3 mg/L y un aumento de pH. En la zona aerobia se va incrementando el OD residual hasta alcanzar una concentración de 3.55 mg/L (45 m), lo que muestra que existe estabilización de materia orgánica muy rápida. El pH disminuye de 7.51 a 7.05 unidades, mostrando que se da el proceso de nitrificación correctamente.

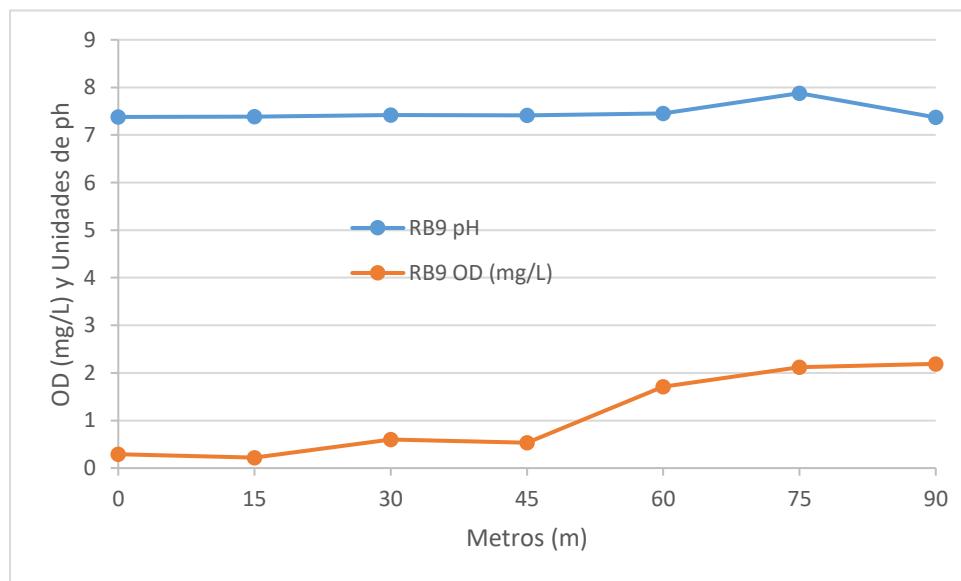


Figura 66 pH y OD en el reactor 9

En el reactor 9 el agitador o mezclador en la zona anóxica se encuentra sin operar.

En relación al comportamiento del pH a lo largo del reactor biológico se observa una tendencia de incremento de pH, que va de 7.38 a 7.88 unidades, lo que sugiere que el proceso de nitrificación no se dé adecuadamente, probablemente por falta de oxígeno. En este sentido se aprecia que hasta los 60 m el OD residual está por debajo de 1 mg/L y posteriormente llega alrededor de los 2 mg/L. Esto se pude deber a una sobrecarga orgánica en el reactor.

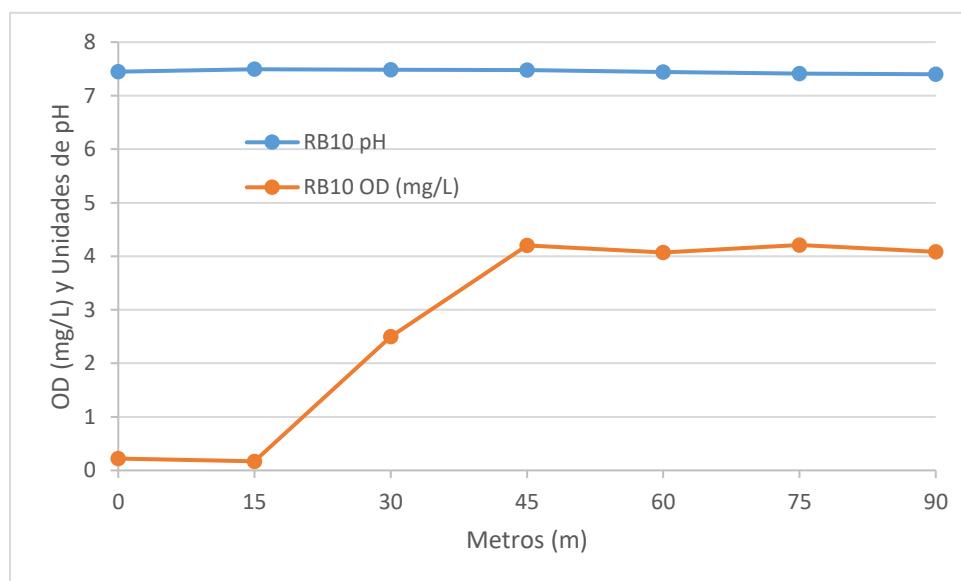


Figura 67 pH y OD en el reactor 10

En el reactor 10 el agitador o mezclador en la zona anóxica si se encuentra en operación.

En la Figura 67 se observa que la zona anóxica opera adecuadamente hasta los 15 m al presentar OD residual menor a 0.3 mg/L y un ligero aumento de pH de 7.45 a 7.49 unidades. En la zona aerobia se va incrementando el OD residual hasta alcanzar una concentración de 4.20 mg/L (45 m), lo que muestra que existe estabilización de materia orgánica muy rápida. El pH posteriormente disminuye de 7.49 a 7.40 unidades, mostrando que se da el proceso de nitrificación correctamente.

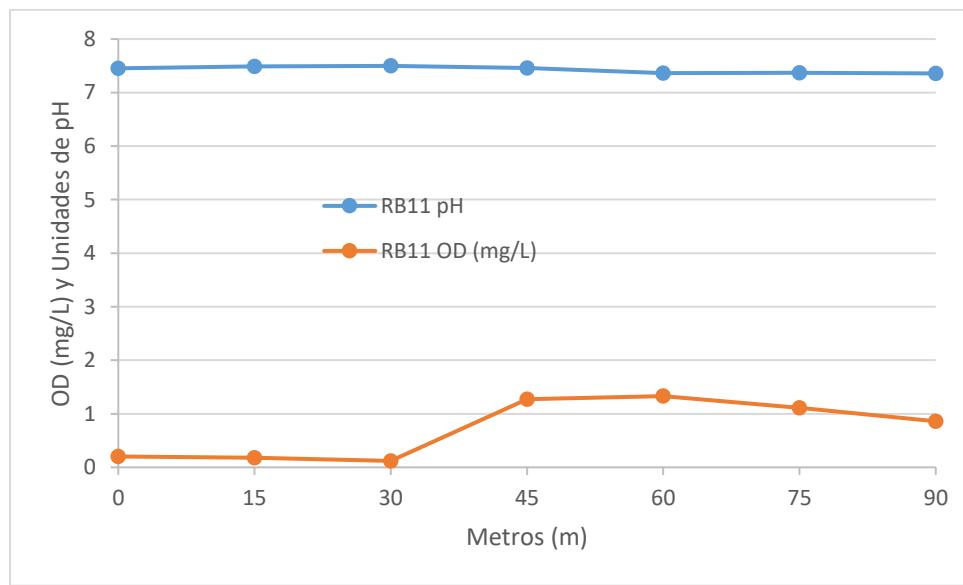


Figura 68 pH y OD en el reactor 11

En el reactor 11 el agitador o mezclador en la zona anóxica se encuentra operando.

Se observa (Figura 68) que la zona anóxica opera adecuadamente al presentar OD residual menor a 0.3 mg/L y un aumento de pH 7.46 a 7.5 unidades hasta los 30 m. En la zona aerobia el OD residual se incrementa hasta alcanzar una concentración de 1.33 mg/L (60 m), sin embargo, después disminuye para finalizar con 0.86 mg/L, lo que muestra que existe estabilización de materia orgánica. El pH disminuye de 7.50 (30 m) hasta alrededor de 7.36 unidades (60 m), tramo en el que se desarrolla la nitrificación, después de este punto prácticamente permanece constante el pH, lo que puede indicar que el proceso de nitrificación no se desarrolla.

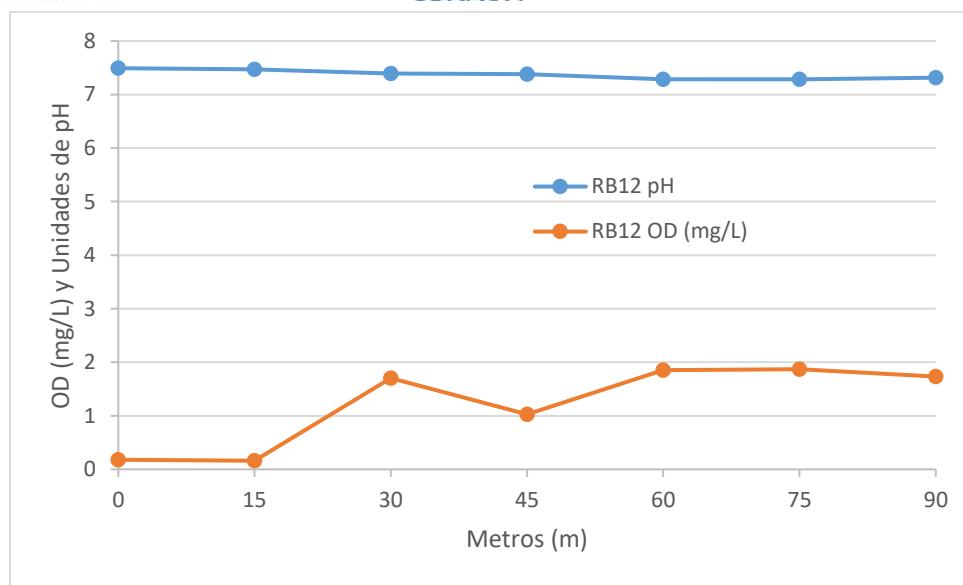


Figura 69 pH y OD en el reactor 12

En la Figura 69 se aprecia que la zona anóxica opera adecuadamente hasta los 15 m al presentar OD residual menor a 0.3 mg/L, además el pH permanece casi sin cambio. En la zona aerobia se va incrementando el OD residual hasta alcanzar una concentración de 1.87 mg/L (75 m), lo que muestra que existe estabilización de materia orgánica a lo largo del reactor biológico. El pH disminuye de 7.47 a 7.29 unidades, mostrando que se da el proceso de nitrificación correctamente.

En el reactor 12 el agitador o mezclador en la zona anóxica opera bajo condiciones inapropiadas, ya que se encuentra rodeado de maleza (Figura 70).



Figura 70 Mezclador del reactor 12

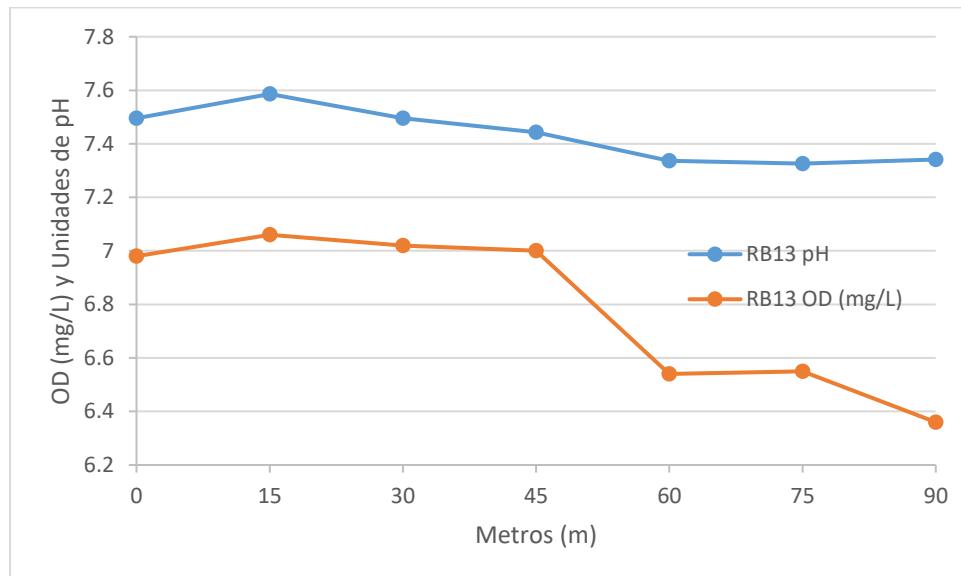


Figura 71 pH y OD en el reactor 13

A este reactor no ingresa agua, por lo que solo se mantiene en aeración, con un OD residual entre 6.36 y 7.06 y un pH entre 7.33 y 7.59 unidades.

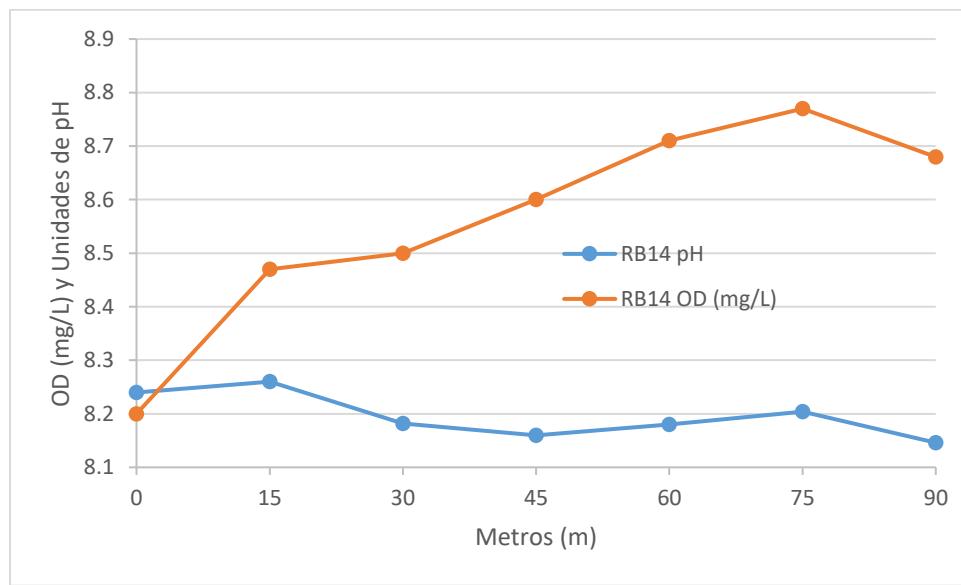


Figura 72 pH y OD en el reactor 14

A este reactor no ingresa agua, por lo que solo se mantiene en aeración, con un OD residual entre 8.2 y 8.77 y un pH entre 8.15 y 8.26 unidades.

Es necesario hacer mención que este reactor solo contiene agua (Figura 73).



Figura 73 Reactor 14

Conclusiones

Los reactores biológicos 2, 3, 7, 13 y 14 no tienen flujo de agua, solo se mantienen aerados.

Los reactores biológicos 3 y 14 no presentan licor mezclado.

La falta de operación de los agitadores o mezcladores en los reactores biológicos del 1 al 9, es un factor negativo para obtener una mezcla homogénea en la zona anóxica, y por ende en la obtención de un eficiente proceso de desnitrificación.

En los reactores biológicos 1, 4, 8 y 10 se observa que la concentración del oxígeno disuelto residual se incrementa rápidamente después de los 45 m, lo que sugiere la entrada de una baja carga orgánica y de nitrógeno amoniacal.

Los reactores biológicos 5, 6, 9, 11 y 12 muestran una tendencia normal de acuerdo a lo que se presenta en la literatura; aumento de pH y baja concentración de oxígeno disuelto residual en la zona anóxica y en la parte aerobia descenso de pH y una concentración de oxígeno residual alrededor de los 2 mg/L.

Las dos conclusiones anteriores hacen suponer que el flujo de agua que ingresa a los reactores biológicos, que están en operación, está por debajo del caudal de diseño (202 L/s), además de que no es equitativo.

Recomendaciones

Poner en operación los mezcladores de los reactores del 1 al 9.

Solo operar los reactores para los que alcance el caudal de entrada.

A los reactores que estén fuera o salgan de operación, dar mantenimiento y/o reponer agitadores y difusores. Además, esto permitiría un ahorro de energía, al sacar de operación algunos sopladores.

Con la disminución de la demanda de aire, aprovechar para darles mantenimiento a los sopladores.

9. ACTIVIDADES DE MEJORA Y RECOMENDACIONES

Se encontró que en la PTAR no se cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-003-SEMARNAT-1997, para coliformes fecales, nitrógeno total y en algunos casos en demanda biológica de oxígeno. Además, la PTAR nitrifica, a pesar de que en la memoria de cálculo se estipula que no fue diseñada para realizar este proceso.

Por otro lado, la PTAR está subutilizada ya que opera entre el 37 y el 50% de su capacidad instalada.

Para mejorar la eficiencia en la operación de la planta se realizan las siguientes recomendaciones:

- Considerar mejorar la desinfección y/o dosis de cloro del agua residual tratada para cumplir con los coliformes fecales.
- Poner en operación los agitadores de las zonas anóxicas para mejorar la eliminación de nitrógeno total y poder cumplir con lo estipulado por la norma.
- Dar de baja los equipos electromecánicos en que ya no se encuentren ni tengan compostura y disponerlos adecuadamente.
- Realizar un mantenimiento a todos los equipos electromecánicos.
- Realizar una limpieza general a las unidades de proceso: retirar el lodo acumulado en los sedimentadores primarios, limpiar vertedores, eliminar maleza de todas las unidades, reparar fugas, cambiar difusores, etc.
- Poner en operación los sedimentadores primarios y secundarios, así como las celdas anóxicas.
- Cambiar el material filtrante de los filtros de arena.
- Dar mantenimiento general a la PTAR y realizar un programa de limpieza y mantenimiento para aplicarse semanalmente.
- Organizar al personal y asignar tareas específicas.
- Dar mantenimiento y/o cambiar las instalaciones metálicas por seguridad de los trabajadores y de los visitantes.

- Actualizar el laboratorio con el que cuenta la PTAR para realizar los análisis de parámetros relacionados a la operación de cada proceso, asimismo, realizar un programa de monitoreo de los procesos.
- Dar capacitación continua al personal de la PTAR.
- Operar únicamente los reactores necesarios para el caudal de entrada actual a la PTAR.
- Purgar el lodo de los sedimentadores primarios que están fuera de operación, para evitar las condiciones anaerobias.
- Verificar apertura de compuertas de entrada de agua residual a cada tren de tratamiento, para igualar flujos.
- Verificar caudales de recirculación de lodos y ajustar.



ANEXO I

Plantilla de personal de la PTAR Cerro de la Estrella

Nombre	Puesto	Escolaridad	Antigüedad	
			En la planta	En el puesto
Personal administrativo				
BALDERAS ACEVEDO PATRICIA LEONOR	AUX. OPERATIVO EN OFNAS. ADMVAS. (AUXILIAR ADMINISTRATIVO)	PREPARATORIA TRUNCA	01/10/2012	9 AÑO(S)2 MES(ES)
GALVAN MORA JOSE DE JESUS	JEFE DE SECCION (AUXILIAR ADMINISTRATIVO)	PREPARATORIA	16/08/1993	28 AÑO(S)4 MES(ES)
HERNANDEZ DIONICIO ARACELI	ADMINISTRATIVO Y/O SERVICIOS GENERALES (AUXILIAR ADMINISTRATIVO)	TEC. QUIMICA ESP. IND	01/02/2018	3 AÑO(S)10 MES(ES)
HERNANDEZ PADILLA LETICIA	JEFE DE MESA (ADMINISTRATIVO)	SECUNDARIA	16/01/2001	20 AÑO(S)10 MES(ES)
MALAGON JIMENEZ MARIANA COMISION SindICAL	PEON (AUXILIAR ADMINISTRATIVO)	BACHILLERATO	01/01/2015	6 AÑO(S)11 MES(ES)
NERI RIOS MARISOL	PEON (AUXILIAR ADMINISTRATIVO)	SECUNDARIA	01/02/2017	4 AÑO(S)10 MES(ES)
NUÑEZ ARIAS SERGIO	ADMINISTRATIVO ESPECIALIZADO "L" (JEFE DE OFICINA)	PASANTE ING. CIVIL	01/10/1988	33 AÑO(S)2 MES(ES)
OLVERA VIGUERAS MARCO ANTONIO	ADMINISTRATIVO OPERATIVO (SUPERVISOR)		16/01/1991	30 AÑO(S)11 MES(ES)
PEDROZA AGUILAR JOSE ROBERTO	JEFE DE SISTEMAS ADMINISTRATIVOS (ING. RESIDENTE DE PLANTA)	ING. CIVIL	01/09/1984	37 AÑO(S)3 MES(ES)
PEREZ PEREZ CLAUDIA	AUXILIAR ADMINISTRATIVO (SECRETARIA)	SECUNDARIA	01/03/2010	11 AÑO(S)9 MES(ES)
RAMIREZ GARCIA CECILIA	AUX. OPERATIVO EN OFNAS. ADMVAS. (AUXILIAR ADMINISTRATIVO)	TEC. EN INFORMATICA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
RAMIREZ IBAÑEZ BEATRIZ SELENE	REVISOR (AUXILIAR ADMINISTRATIVO)	TECNICO	PREPARATORIA	16/06/1994
				27 AÑO(S)6 MES(ES)

RAMIREZ MENDOZA SERGIO	AUXILIAR DE ANALISTA ADMINISTRATIVO (ENC. DE ALMACEN)	BACHILLERATO	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
RIOS BELTRAN CINTHYA	AUXILIAR A (AUXILIAR ADMINISTRATIVO)	BACHILLERATO	01/02/2018	3 AÑO(S)10 MES(ES)
SERRANO GARRIDO MARIA JAZMIN	JEFE DE SECCION "A" (JEFE ADMVO. DE OFICINA)	SECUNDARIA	01/11/1990	31 AÑO(S)1 MES(ES)
VAZQUEZ VARGAS ARGENIS OMAR	ADMINISTRATIVO Y/O SERVICIOS GENERALES (AYUDANTE GENERAL)	BACHILLERATO	01/02/2018	3 AÑO(S)10 MES(ES)
ZUÑIGA DURAN AMBROSIO	RESIDENTE (ENCARGADO DE LA PLANTA "SANTA MARTHA ACATITLA")	DIPLOMADO EN ARQ. Y TECNICO EN CONSTRUCC.	16/11/2005	16 AÑO(S)0 MES(ES)

Personal operativo

ACOSTA MEDINA MARTIN	SUPERVISOR (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/11/1991	30 AÑO(S)1 MES(ES)
ALMANZA RODRIGUEZ PRUDENCIO	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	PRIMARIA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
ALVAREZ ALMANZA JOSE ANTONIO	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
AMADOR MARTINEZ ADAN	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	BACHILLERATO	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
ANGELES CRAVIOTO JERONIMO	ADMINISTRATIVO Y/O SERVICIOS GENERALES (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/02/2018	3 AÑO(S)10 MES(ES)
ATLAGCO DE LA ROSA CARLOS MARTIN	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	BACHILLERATO	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
BLANCAS CONTRERAS CAROLINA	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/06/2006	15 AÑO(S)6 MES(ES)
BLANCAS MARTINEZ DANIEL	ADMINISTRATIVO Y/O SERVICIOS GENERALES (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/02/2018	3 AÑO(S)10 MES(ES)
BONILLA DIEGO JOSE RAUL	ADMINISTRATIVO Y/O SERVICIOS GENERALES (OP. PTA. DE TRAT.)	PRIMARIA	01/02/2018	3 AÑO(S)10 MES(ES)

CABELLO SEVERIANO	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
CASTILLO VALENCIA ALFREDO	ADMINISTRATIVO OPERATIVO (OP. PTA. DE TRAT.)	LIC. EN PSICOLOGIA	01/05/1987	34 AÑO(S)7 MES(ES)
CASTRO CASTILLO MARCO ANTONIO	TECNICO EN MANTTO. DE SIST. COMPUTACIONA (OP. MAQ. PESADA)	SECUNDARIA	16/09/1990	31 AÑO(S)3 MES(ES)
CERRITO CAMACHO LEOPOLDO	AUXILIAR DE ANALISTA ADMINISTRATIVO (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
COLLADO GALLEGOS TRANQUILINO G.	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	16/09/1991	30 AÑO(S)3 MES(ES)
CHAVEZ TORRES MARCOS RICARDO	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	LIC. DISEÑO GRAFICO	16/11/2005	16 AÑO(S)0 MES(ES)
ESPEJO MENDOZA JORGE AQUILES	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	PREPARATORIA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
ESTRADA MOLINERO JOSE IGNACIO	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
FLORES ALVAREZ FERNANDO	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (OP. MAQ. PESADA)	SECUNDARIA	01/04/1997	24 AÑO(S)8 MES(ES)
FLORES FILIBERTO BAEZ	ANALISTA DE PROYECTOS (OP. MAQ. PESADA)	SECUNDARIA	16/08/1989	32 AÑO(S)4 MES(ES)
FLORES CHAVARRIA JUAN	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/11/2006	15 AÑO(S)1 MES(ES)
GALICIA MONTESINOS MARIO	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/2012	9 AÑO(S)2 MES(ES)
GALICIA MORALES MARIO	ADMINISTRATIVO 'B'- ESCALAFON DIGITAL (ENC. DE TURNO DE OPERACIÓN)	SECUNDARIA	01/10/1988	33 AÑO(S)2 MES(ES)
GARCIA MARQUEZ RAFAEL	ANALISTA DE PROYECTOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	16/09/1990	31 AÑO(S)3 MES(ES)
GARCIA VILLASEÑOR ARTURO	ADMINISTRATIVO 'C'- ESCALAFON DIGITAL (OP. MAQ. PESADA)	PREPARATORIA TRUNCA	01/01/1985	36 AÑO(S)11 MES(ES)

GASPAR DE LA ROSA HECTOR	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/2012	9 AÑO(S)2 MES(ES)
GOMEZ CALDERON JOSE MANUEL	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (OP. PTA. DE TRAT.)	LIC. EN EDUCACION PRIMARIA	01/08/1993	28 AÑO(S)4 MES(ES)
HERNANDEZ CRUZ ROCIO	CABO DE CONSTRUCCION (OP. PTA. DE TRAT.)	LIC. BIOLOGIA	01/12/2008	13 AÑO(S)0 MES(ES)
HERNANDEZ MARTINEZ JOSE	ANALISTA DE PROYECTOS (OP. DE REBOMBEO)	TEC. QUIMICO	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
HERNANDEZ MORALES JOSE MOISES ASCENCION	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (OP. DE REBOMBEO)	PRIMARIA	01/01/1988	33 AÑO(S)11 MES(ES)
HERNANDEZ RODRIGUEZ ANTONIO	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	TEC. MECANICO AUT.	16/10/2010	11 AÑO(S)1 MES(ES)
JIMENEZ NIETO GERARDO	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. DE REBOMBEO)	CARRERA TECNICA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
LOPEZ PLATA ISRAEL	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/2012	9 AÑO(S)2 MES(ES)
LOPEZ RODRIGUEZ ENRIQUE	OPERADOR DE SISTEMAS ESPZDOS. DE COMPUTO (OP. PTA. DE TRAT.)	PRIMARIA	16/08/1993	28 AÑO(S)4 MES(ES)
LOZADA CELIS FERMIN	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	BACHILLERATO	01/11/2007	14 AÑO(S)1 MES(ES)
LUNA OTERO JOSE ANGEL	ADMINISTRATIVO OPERATIVO (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/09/1974	47 AÑO(S)3 MES(ES)
MALDONADO GARCIA FLORENCIO	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (ENC. DE TURNO DE OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
MANZANARES RAMIREZ GABRIEL	AUXILIAR DE ANALISTA ADMINISTRATIVO (ENC. DE TURNO DE OPERACIÓN)	PASANTE ING. MECANICO	01/11/2006	15 AÑO(S)1 MES(ES)
MARTINEZ MONTUY ANGEL	SUPERVISOR (OP. DE REBOMBEO)	PREPARATORIA	01/01/1985	36 AÑO(S)11 MES(ES)
MARTINEZ VILLA MIGUEL	OPERADOR DE SISTEMAS ESPZDOS. DE COMPUTO (OP. PTA. DE TRAT.)	4TO. SEMESTRE DE BACHILLERATO	16/11/1991	30 AÑO(S)1 MES(ES)

MATA SALAZAR FELIPE DE JESUS	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (OP. DE REBOMBEZO)	LIC. EN CIENCIAS POLITICAS	16/04/1994	27 AÑO(S)8 MES(ES)
MATEOS PUEBLITA JOSE LUIS	ADMINISTRATIVO Y/O SERVICIOS GENERALES (OP. DE REBOMBEZO)	SECUNDARIA	01/02/2018	3 AÑO(S)10 MES(ES)
MEDINA GIL MIGUEL	AUXILIAR DE ANALISTA ADMINISTRATIVO (OP. PTA. DE TRAT.)	PRIMARIA	16/11/2005	16 AÑO(S)0 MES(ES)
MEDINA GIL RANULFO GERARDO	OPERADOR DE SISTEMAS ESPZDOS. DE COMPUTO (OP. MAQ. PESADA)	SECUNDARIA TRUNCA	16/06/1991	30 AÑO(S)6 MES(ES)
MEJIA MEJIA FERMIN	AUXILIAR DE ANALISTA ADMINISTRATIVO (OP. PTA. DE TRAT.)	PRIMARIA	01/11/2007	14 AÑO(S)1 MES(ES)
MENDOZA RODRIGUEZ RUBEN ARTURO	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	16/10/1989	32 AÑO(S)2 MES(ES)
MORENO BRAVO LUCIO MARCELO	REVISOR DE PROYECTOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
MUÑIZ ROLDAN SALVADOR	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	16/10/2010	11 AÑO(S)1 MES(ES)
MUÑOZ GALVEZ RICHARD	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
NIETO VENANCIO JAVIER	ADMINISTRATIVO 'C'- ESCALAFON DIGITAL (OP. DE REBOMBEZO)	SECUNDARIA	01/02/1992	29 AÑO(S)10 MES(ES)
ORTIZ HORTA SALOMON	AUXILIAR DE ANALISTA ADMINISTRATIVO (ENC. DE TURNO DE OPERACIÓN)	PREPARATORIA INCOMPLETA	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
PALACIOS TOBON NICEFORO	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (ENCARGADO DE OPERACIÓN 3ER. TURNO)	PRIMARIA INCOMPLETA	16/07/1992	29 AÑO(S)5 MES(ES)
PASTEN BADILLO JUAN	TECNICO (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	16/11/2005	16 AÑO(S)0 MES(ES)
PEREZ PEÑA ALFREDO	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	PRIMARIA	16/10/2010	11 AÑO(S)1 MES(ES)
PINEDA GALICIA JUAN FRANCISCO	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. MAQ. PESADA)	PRIMARIA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)

REYEROS CARRANZA ANGEL	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	PRIMARIA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
RIVERA TORRES EDUARDO	ADMINISTRATIVO 'B'- ESCALAFON DIGITAL (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/01/1972	49 AÑO(S)11 MES(ES)
RODRIGUEZ GUTIERREZ OSCAR	AUXILIAR DE ANALISTA ADMINISTRATIVO (OP. PTA. DE TRAT.)	2DO. DE SECUNDARIA	01/11/2007	14 AÑO(S)1 MES(ES)
ROJAS MEDINA VICTOR MANUEL	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	PRIMARIA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
SALGADO HERNANDEZ ENRIQUE	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS	SECUNDARIA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
SANCHEZ HUITANDA J. GUADALUPE COMISION SINDICAL	JEFE DE SECCION (OP. PTA. DE TRAT.)	PRIMARIA	01/01/1985	36 AÑO(S)11 MES(ES)
SANTIAGO MARTINEZ JORGE	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (OP. DE REBOMBEZO)	PRIMARIA	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
SANTIAGO MEJIA ARTURO	TECNICO EN COMPUTACION (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
SEGOVIANO SALAZAR JOSE PAUL	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
TREJO TORRES OSCAR	OFICIAL DE MANTENIMIENTO MECANICO (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/09/2008	13 AÑO(S)3 MES(ES)
VALLE CALIXTO GUZMAN	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (OP. PTA. DE TRAT.)	TEC. ELECTRICO MEC.	16/11/2005	16 AÑO(S)0 MES(ES)
VILCHIS NERIA SALVADOR	JEFE DE SECCION "A" (OP. PTA. DE TRAT.)	BACHILLERATO	16/08/1994	27 AÑO(S)4 MES(ES)
VILLAGOMEZ TENORIO RAMIRO	ADMINISTRATIVO O OPERATIVO (ENC. DE TURNO DE OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/11/1969	52 AÑO(S)1 MES(ES)
VILLANUEVA MONDRAGON JESUS ALBERTO	ADMINISTRATIVO Y/O SERVICIOS GENERALES (OP. PTA. DE TRAT.)	9° SEM. ING. ELECTROMECANICO	01/02/2018	3 AÑO(S)10 MES(ES)
XOLALPA GALICIA SAMUEL	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/2012	9 AÑO(S)2 MES(ES)

ZAMUDIO ZAMUDIO JOSÉ FÉLIX	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (OP. PTA. DE TRAT.)	SECUNDARIA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
ZARCO TORRES NAZARIA ALEJANDRA	AUXILIAR ADMINISTRATIVO (OP. PTA. DE TRAT.)	PRIMARIA	01/08/2011	10 AÑO(S)4 MES(ES)

Personal de mantenimiento

ACEVEDO MARAVILLA FRANCISCO JAVIER	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (ELECTRICISTA)	SECUNDARIA	16/10/2010	11 AÑO(S)1 MES(ES)
AGUILAR MENDEZ DAVID	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (PLOMERO)	SECUNDARIA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
AVILA PEREZ ALBERTO	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (TORNERO)	SECUNDARIA	16/05/1990	31 AÑO(S)7 MES(ES)
BARRIOS LOPEZ JOSE MARTIN	AUXILIAR DE ANALISTA ADMINISTRATIVO (ELECTRICISTA)	SECUNDARIA	16/11/2005	16 AÑO(S)0 MES(ES)
CAMPOS MARTINEZ FELIPE	CAPTURISTA (PLOMERO)	SECUNDARIA	01/08/2010	11 AÑO(S)4 MES(ES)
CEDILLO MALDONADO ENRIQUE	SUPERINTENDENTE DE MANTO. MECANICO (PLOMERO)	SECUNDARIA	01/07/1994	27 AÑO(S)5 MES(ES)
CRUZ ORTEGA VICENTE	PEON (PLOMERO)	PRIMARIA	01/11/2013	8 AÑO() 1 MES(ES)
GARCIA ESCOBAR JOSE NOE	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL (MECANICO DE BOMBAS)	BACHILLERATO	01/11/2006	15 AÑO(S)1 MES(ES)
GARCIA FLORES FACUNDO	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (PLOMERO)	SECUNDARIA	16/05/1991	30 AÑO(S)7 MES(ES)
GOMEZ MORALES ROBERTO	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (PLOMERO)	SECUNDARIA	01/04/1997	24 AÑO(S)8 MES(ES)
HERNANDEZ ALVARADO JESUS SALOMON	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (MECANICO DE BOMBAS)	SECUNDARIA TRUNCA	01/10/2008	13 AÑO(S)2 MES(ES)
HERNANDEZ LINARES MANUEL	OPERADOR DE MALACATES DE OPER.HIDRAULICA (ELECTRICISTA)	PRIMARIA	01/11/2006	15 AÑO(S)1 MES(ES)
MUÑOZ GALVEZ JESUS URIVE	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (SOLDADOR)	PRIMARIA	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)

PELAEZ PELAEZ ANTONIO ISAIAS	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (INTENDENTE)	PRIMARIA	01/11/2006	15 AÑO(S)1 MES(ES)
RODRIGUEZ GUTIERREZ JAVIER	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (INTENDENTE)	TEC. MAQ. Y HERRA.	01/11/2006	15 AÑO(S)1 MES(ES)
RODRIGUEZ ORTIZ ROBERTO	JEFE DE SECCION (ENC. DE TALLER ELECTRICO)	SECUNDARIA	01/04/1997	24 AÑO(S)8 MES(ES)
ROJAS VAZQUEZ FRANCISCO	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (SOLDADOR)	PRIMARIA	01/08/1993	28 AÑO(S)4 MES(ES)
ROJAS VAZQUEZ LEONEL	JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (ENC. DE TALLER DE SOLDADURA)	SECUNDARIA	16/07/1992	29 AÑO(S)5 MES(ES)
ROMERO SANDINO JOSE RICARDO	REVISOR TECNICO (MECANICO DE BOMBAS)	SECUNDARIA	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
SANCHEZ JOSE ANGEL	REVISOR TECNICO (MECANICO DE BOMBAS)	SECUNDARIA TRUNCA	16/12/1990	31 AÑO(S)0 MES(ES)
SANTIAGO VAZQUEZ AGUSTIN	JEFE DE TALLER EN ELECTRICIDAD "A" (ELECTRICISTA)	SECUNDARIA	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)

Personal de laboratorio

CASTELLANOS CASTELLANOS ZANDRA	JEFE DE SECCION 'A' (CARRERA TECNICA	16/11/1992	29 AÑO(S)1 MES(ES)
NAVA AVILA MANUELA ISIDORA	JEFE DE SECCION "A" ()	TEC. QUIMICA INDUSTRIAL	16/07/1992	29 AÑO(S)5 MES(ES)
MOYA MARTINEZ MARTHA GUADALUPE	JEFE DE SECCION "A" (LABORAT. QUIMICO)	TEC. LABORAT. QUIMICO	16/03/1989	32 AÑO(S)9 MES(ES)
ORTIZ MONTES JHOANA IVONEE	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (LABORAT. QUIMICO)	LIC. EN CIENCIAS DE LA COMUNIC.	01/10/2012	9 AÑO(S)2 MES(ES)
PEÑA PICHARDO DIANA LIZETH	AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (LABORAT. QUIMICO)	TEC. SUP. EN TEC. AMBIENTAL	01/10/2012	9 AÑO(S)2 MES(ES)
RETANA PEREZ ALMA LILIANA	CAPTURISTA 1(LABORATORISTA QUIMICO)	TEC, EN PROTESIS DENTAL	16/10/2008	13 AÑO(S)1 MES(ES)
RIVAS SANDOVAL RAFAEL	JEFE DE OFICINA "E" (ENC. DE LABORATORIO)	CARRERA TECNICA	01/07/1994	29 AÑO(S)4 MES(ES)

SILVA BEATRIZ SOCORRO	FLORES DEL	JEFE DE SECCION "A" (LABORAT. QUIMICO)	TEC. PROF. DISEÑO CONFECCION	01/07/1994	27 AÑO(S)5 MES(ES)
VALVERDE MORA JOSEFINA GPE.		JEFE DE SECCION "A" (LABORAT. QUIMICO)	TEC. QUIMICO INDUSTRIAL	16/09/1992	29 AÑO(S)3 MES(ES)
VELAZQUEZ VELASCO CLAUDIA		JEFE DE OFICINA (LABORAT. QUIMICO)	4TO. SEM. DE BACHILLERATO	16/07/1992	29 AÑO(S)5 MES(ES)
Personal de laboratorio					
ALDANA MEJIA ALBERTO DANIEL		JEFE DE OFICINA "E" (RESIDENTE DE PLANTA)	ING. CIVIL	16/11/1998	23 AÑO(S)1 MES(ES)
ESPINOSA HERNANDEZ URBANA ANA		JEFE DE OFICINA DE SISTEMAS DE COMPUTO (ATENCION A VISITAS)	LIC. REL. COMERCIALES	16/07/1992	29 AÑO(S)5 MES(ES)
FRAGOSO GAONA JOSE RAMON		SECRETARIA DE JEFE DE DEPARTAMENTO (AUXILIAR DE ALMACEN)	LIC. DERECHO	16/06/2015	6 AÑO(S)5 MES(ES)
HERNANDEZ SALGADO DAVID		ADMINISTRATIVO ESPECIALIZADO (CHOFER)	L BACHILLERATO	16/05/2018	3 AÑO(S)6 MES(ES)
LOPEZ ESPINOZA OSCAR		PROFESIONAL 'A'- ESCALAFON DIGITAL (ING. RESIDENTE)	ING. QUIMICO	16/11/2005	16 AÑO(S)0 MES(ES)
LOPEZ RUIZ RUBEN		JEFE DE MANTENIMIENTO EN GENERAL 'A' (ING. RESIDENTE)	ING. MECANICO	01/11/2006	15 AÑO(S)1 MES(ES)
LOZANO PEREZ JORGE		SUPERINTENDENTE DE MANTO. MECANICO (CHOFER DE CAMION)	CARRERA TECNICA	16/09/1989	32 AÑO(S)3 MES(ES)
MARTINEZ MONTUY PORFIRIO		SUPERINTENDENTE DE MANTO. MECANICO (CHOFER DE VOLTEO)	SECUNDARIA TRUNCA	01/01/1985	36 AÑO(S)11 MES(ES)
MARTINEZ MOSCO JACQUELINE SANTA		CAPTURISTA (RESIDENTE DE PLANTA)	ARQUITECTURA	01/08/2008	13 AÑO(S)4 MES(ES)
NAVARRETE PEREZ CATALINA EDITH		ADMINISTRATIVO 'C'- ESCALAFON DIGITAL (CHOFER)	CARRERA TECNICA	01/08/1994	27 AÑO(S)4 MES(ES)
BENITEZ ROSAS DARIO		AUXILIAR OPERATIVO EN SERVICIOS URBANOS (ING. RESIDENTE DE MANTENIMIENTO)	PAS. ING. ROBOTICA INDUSTRIAL	16/10/2010	11 AÑO(S) 1 MES (ES)

ORTEGA CRUZ JOSE DE JESUS	JEFE DE SECCION (BODEGUERO)	BACHILLERATO	01/11/2008	13 AÑO(S)1 MES(ES)
SALOMO FEDERICO ARIAS	ADMINISTRATIVO OPERATIVO (CHOFER)	SECUNDARIA	16/02/1968	53 AÑO(S)10 MES(ES)
TREJO LUNA JUAN MANUEL	JEFE DE OFICINA DE OBRAS (CHOFER DE GRUA)	SECUNDARIA	16/10/1991	30 AÑO(S)2 MES(ES)
VICTORIA MARTIN LOPEZ	TEC. EN MANTO. DE SIST. COMPUTACIONALES (RESIDENTE DE PLANTA)	PASANTE ING. QUIMICO INDUSTRIAL	01/10/1993	28 AÑO(S)2 MES(ES)
VILCHIS ANTONIO PEREZ	JEFE DE OFICINA (RESIDENTE DE PLANTA)	PASANTE ING. CIVIL	01/07/1998	23 AÑO(S)5 MES(ES)



ANEXO II

FORMATO 04. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Datos generales			
Nombre del operador	Florencio Maldonado García		
Puesto	Encargado de Turno del 2º turno	Años de experiencia	29
Grado máximo de estudios	Secundaria	Grado de experiencia	29 años de experiencia

Nombre de la PTAR	Planta de tratamiento aguas residuales		
Dirección de la PTAR Cerro de la Estrella			
Calle y No.	Avenida San Lorenzo # 312	Colonia	San Juan Xalpa
Municipio	Iztapalapa	Estado	ciudad de México

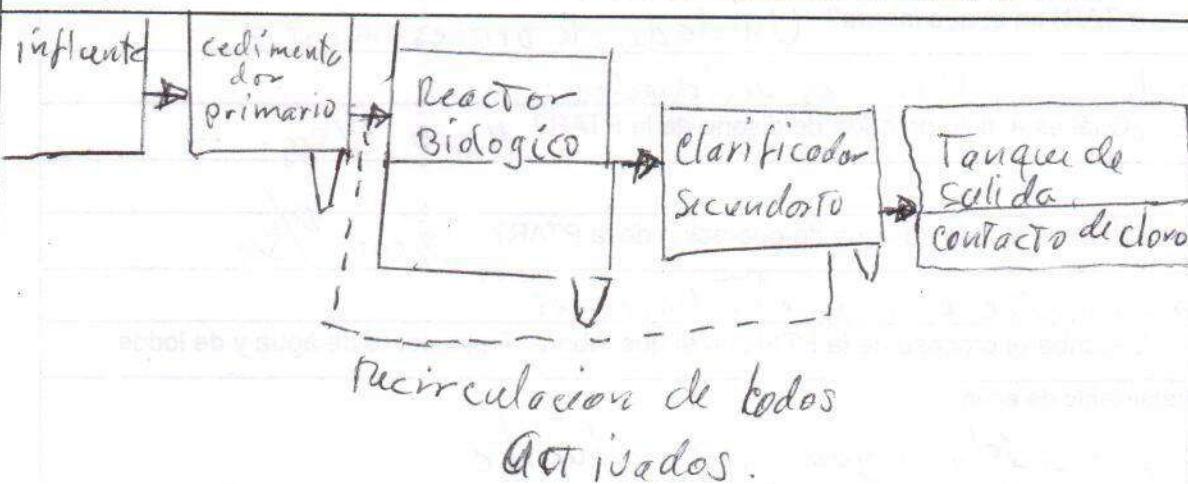
Conocimientos de la PTAR	
1. ¿Cuál es la tecnología, proceso o tipo de la planta tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el que labora?	Unidad de procesamiento Biológico, de aguas residuales.
2. ¿Cuál es el flujo de agua de diseño de la PTAR?	4,000 hs/seg.
3. ¿Cuál es el flujo de agua de operación de la PTAR?	2,000 hs/seg.
4. Describa el proceso de la PTAR en el que labora. Tratamiento de agua y de lodos.	normalmente es lo que trabajamos

4.1 Tratamiento de agua
1 = Peso #1 la llegada del influente.
2 = Pasa al Tanque primario para retirar la materia orgánica y sólidos flotantes.
3 = Al Reactor biológico para el tratamiento de lodos activados, licor mezclado.
4 = Pasa al clarificador Secundario. y al
5 = Tanque de contacto de cloro, para la desinfección

4.2 Tratamiento de lodos

Proceso de lodos Activados

5. Realice un diagrama de flujo, lo más ampliamente posible, de la PTAR en que labora, y escriba el nombre de cada unidad o proceso. Tratamiento de agua y de lodos.



6. Describa las actividades que realiza diariamente en la PTAR que labora.

Como el encargado del turno del 2º turno de la planta de tratamiento de Aguas Residuales de la planta cerro de la Estrella.

1= Recibir el Turno o Cambio de Turno

Revisar desde la llegada del influente que cantidad de litros por segundos estamos trabajando Revisar los equipos: como - motorreductores en primarios, checar la cantidad de oxígeno en el reactor biológico, Revisar los turbo Sopladores Bombas de Recirculación, nubes de aceites, etc.

Supervisar la calidad del agua y equipos de bombeos de Salidas de distribución del agua y su cloración, distribuir al personal que tengo a mi cargo para los diferentes áreas de trabajo, Subir al laboratorio para checar los parámetros que realizan los Químicos, para tener un Buen proceso - calidad del agua.

Conocimientos BÁSICOS

Escriba el significado de las siguientes unidades y/o abreviaciones

mg	miligramos
kg	kilogramos
L	litros
m³	metros cúbicos
d	Diametro
DBO	Demanda Bióquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
SST	Sólidos Suspensas Totales
SSV	Sólidos Suspensas Volátiles
NH ₃	Nitrogeno Ammoniacal
NO ₃	nitratos
NT	Nitrogeno Total
PT	Fosforo Total
CT	coliformes Totales
CF	coliformes Fecales

Conocimientos generales

1. ¿Qué quiere decir calidad del agua? Que cumplen las normas

Requeridas Despues del tratamiento

2. Escriba los parámetros físicos que conozca. Tc- P-H. Conductividad

Sólidos SST. SSV- SSF. Turbiedad

Sólidos de 30' y 60'.

3. Escriba los parámetros químicos que conozca. D.Q.O - D.B.O -

Oxígeno Disuelto, Cloro Total cloro libre

4. Escriba los parámetros microbiológicos que conozca. Microscopio

Ciliados-Rotíferos, Nemátodos, Flagelados

5. ¿Qué parámetros emplea para monitorear la calidad de agua en la entrada y salida de la PTAR en la que labora?

D.B.O y D.Q.O. Solidos

T°C

6. ¿Qué parámetros de control emplea para operar la PTAR en que labora?

DATOS de laboratorio - F/M y I.V.L Tiempo medio de retención celular

7. ¿Cómo controla la purga de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

Por datos de laboratorio

8. ¿Cómo controla la recirculación de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

Por medio de Bombas y Valvulas Airlifts.

9. ¿Cuál es el tiempo de residencia hidráulica del reactor biológico de la PTAR en la que labora?

de 4 A 8 Hrs. Teoría

10. ¿Cuál es la función de un sedimentador?

para Separar los Floculos por gravedad.

11. ¿Cuál es la función de un tanque de contacto de cloro?

Eliminar los patogenos que no fueron bio degradados en el Reactor biológico.

12. ¿Qué equipo, unidad o proceso se utiliza para deshidratar el lodo biológico?

Techo de Secado, pero en la planta en la que laboro no lo hay

13. ¿Qué tipo de polímero se emplea para deshidratar el lodo biológico?

En la planta en la que laboro no se utiliza

14. ¿Qué equipo utiliza para operar la planta de tratamiento?

Motorreductores
Rastras cadenas Sin fin - Turbo Sopladores.
Bombas de Recirculación, clarivac, bombas de Salidas
Dosificadores - Escruber - SCRUBBER en caso de fugas de cloro gas.

Conocimientos técnicos

1. Defina los siguientes términos:

a) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): La cantidad de oxígeno necesario para oxidar materia orgánica e inorgánica.

b) Demanda química de oxígeno (DQO):

Cantidad de Oxígeno para oxidar materia orgánica.

c) Sólidos suspendidos volátiles (SSV): Es un indicador de la concentración microbiana.

d) Tiempo de residencia hidráulico (TRH): Tiempo del agua que permanece en el Reactor Biológico de 4-8 horas.

e) Tiempo de residencia medio celular (TRMC): es el tiempo

Promedio en días que un microorganismo permanece en tratamiento de 8 a 18 días.

f) Relación alimento/microorganismos (A/M): Es la relación F/M cantidad de alimento y cantidad de microorganismos en proceso de tratamiento de 5 a 15 días.

g) Índice volumétrico de lodos (IVL): una prueba de lodos de 30 minutos, es el volumen en mililitros ocupado por 1 gramo de sólidos licor mezclados.

2. Describa en qué consiste un proceso aerobio y de un ejemplo.

Bacterias que necesitan oxígeno para su desarrollo.

3. Describa en qué consiste un proceso anaerobio y de un ejemplo.

Bacterias que se desarrollan en ausencia de oxígeno.

4. Escriba la reacción de oxidación de la materia orgánica.

Microorganismo + Oxígeno, Sustancias orgánicas Estables + H_2O + CO_2 + Energía

5. Describa en qué consiste el proceso de nitrificación.

En la Oxidación de Amonio

6. Describa el proceso de desnitrificación.

Consiste en la desminución de los nitratos NO_3^-
Estables + H_2O + CO_2 + Energía

7. ¿Qué efecto tiene la temperatura en un proceso biológico?

Infleuye en la velocidad de degradación

8. ¿Qué efecto tiene el pH en un proceso biológico?

Por tratar agua
Doméstica, industrial, proceso - $pH = 6.5 \text{ a } 8.5$

9. ¿Qué efecto tiene un aumento de caudal de agua en una PTAR?

Desequilibra la relación alimento, microorganismo
F.M.

10. ¿Qué indica una disminución de oxígeno disuelto en un reactor biológico de lodos activados?

Mal funcionamiento de los
turbos sopladores o saturación de lodos
activados.

11. ¿Cómo se determina la eficiencia de remoción de materia orgánica de una PTAR?

Demanda química de Oxígeno

A continuación escriba los cursos de capacitación que ha recibido en los últimos tres años

1. ninguno

2.

- | |
|----|
| 3. |
| 4. |
| 5. |

A continuación escriba los temas de capacitación que son de su interés

1. De todos activados para los Operadores
2. De plantas de Aguas Residuales
3. Los cursos que dan son de 1- dia lo que
4. nadie asiste - avisan el merdia
5. Queremos que los den en el horario de trabajo

FORMATO 04. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Datos generales			
Nombre del operador	Florres Chavarria Juan		
Puesto	Operador de Planta	Años de experiencia	15 Años
Grado máximo de estudios	Certificado de Secundaria	Experiencia	

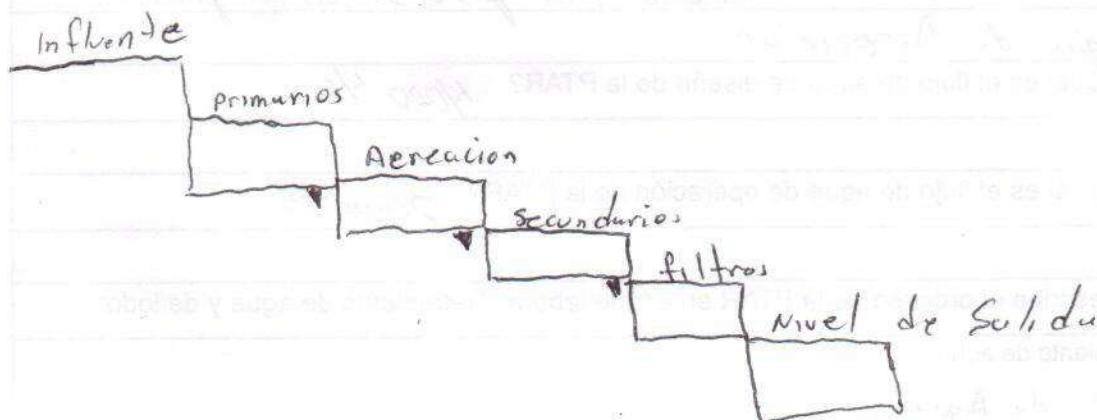
Nombre de la PTAR	Planta de tratamiento Agua Residuales		
Avenida San Lorenzo	Dirección de la PTAR		
Calle y No.	212	Colonia	San Juan Xalpa
Municipio	Iztapalapa	Estado	CD MX

Conocimientos de la PTAR	
1. ¿Cuál es la tecnología, proceso o tipo de la planta tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el que labora?	Unidad del proceso de la planta Biológico de Aireación
2. ¿Cuál es el flujo de agua de diseño de la PTAR?	4000 l/s.
3. ¿Cuál es el flujo de agua de operación de la PTAR?	2000 l/s.
4. Describa el proceso de la PTAR en el que labora. Tratamiento de agua y de lodos.	<p>4.1 Tratamiento de agua</p> <pre> graph TD EA[Entrada de Agua] --> P[Primarios] P --> A[Aeración] A --> S[Secundaria] S --> F[Filtros] F --> B[Bombeo] B --> NT[Nivel 1 tubería] </pre>

4.2 Tratamiento de lodos

Con los Vasos de Aereación que tienen retención de agua que llega del Influent que manda bombeo sur o sea Aculeo ya en el Vaso de aereación se mueve con el aire del Soplador

5. Realice un diagrama de flujo, lo más ampliamente posible, de la PTAR en que labora, y escriba el nombre de cada unidad o proceso. Tratamiento de agua y de lodos.



6. Describa las actividades que realiza diariamente en la PTAR que labora.

Se recibe el turno de Operación se realiza revisar la planta completa de entrada hasta la salida.

en primarios se revisa que trabajen los Vaso en Aercación se revisa que tengan Aire.
en Secundarios se revisa el rastreo de cada Vaso y cuantos hay Vaso.

la tarde se checa el nivel de Guadalu para bajar a las Zonas de Zaragoza, Nochimilco, luguna de Xico, Santa Catarina y Mixquic.

Conocimientos BÁSICOS

Escriba el significado de las siguientes unidades y/o abreviaciones

mg	Miligramos
kg	Kilogramos
L	Litros
m³	Metros Cubicos
d	Densidad o Diámetro
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DQO	Sólidos Dispersos Química de Oxígeno
SST	Sólidos suspendidos totales
SSV	Sólidos suspendidos Volátiles
NH ₃	Nitrogeno
NO ₃	Nitrogeno total
NT	Nitrogeno total
PT	Planta de tratamiento o fósforo total
CT	Coliforme total
CF	Coliforme fecal

Conocimientos generales

1. ¿Qué quiere decir calidad del agua?

que no sea muy sucia de aceites pesados sirve para riego de cultivos

2. Escriba los parámetros físicos que conozca.

Sólidos Suspensos SSTo y SSU

3. Escriba los parámetros químicos que conozca.

Oxígeno disuelto

4. Escriba los parámetros microbiológicos que conozca.

5. ¿Qué parámetros emplea para monitorear la calidad de agua en la entrada y salida de la PTAR en la que labora?

Aqua tratada y Aqua servida se miden las 24 hrs del dia por ejemplo $24 \times 24 \times 24 = 2000 \frac{4}{5} \times 3.6 \times 24$
 $172,800 \frac{4}{5}$ Aguas tratadas x 0.97 167,616 $\frac{4}{5}$ que es Aguas servidas

6. ¿Qué parámetros de control emplea para operar la PTAR en la que labora?

los litros por Segundo segun el promedio diario de lodos

7. ¿Cómo controla la purga de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

que esta mal el uso puede tener Muchos lodo

8. ¿Cómo controla la recirculación de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

por medio de Valvulas de cada Uso

9. ¿Cuál es el tiempo de residencia hidráulica del reactor biológico de la PTAR en la que labora?

10. ¿Cuál es la función de un sedimentador?

que Detiene el agua que entra del influente por cada Uso primario Aeracion así como el Secundaria filtros y Nivel

11. ¿Cuál es la función de un tanque de contacto de cloro?

que desinfecta los bichos del agua

12. ¿Qué equipo, unidad o proceso se utiliza para deshidratar el lodo biológico?

que hay mucho lodo se purga el uso que tiene mucho por medio de Valvulas

13. ¿Qué tipo de polímero se emplea para deshidratar el lodo biológico?

14. ¿Qué equipo utiliza para operar la planta de tratamiento? mediante mangueras
 que son ^{Primerio} Rastreador ^{Segundo} Soplador Rastreador bomba Vertical de
 salida del Nivel

Conocimientos técnicos	
1.	Defina los siguientes términos:
a)	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): <i>que no hay en los lodos de la planta de tratamiento</i>
b)	Demanda química de oxígeno (DQO): <i>que no hay equipo suficiente</i>
c)	Sólidos suspendidos volátiles (SSV): <i>los sólidos que se descomponen</i>
d)	Tiempo de residencia hidráulico (TRH): <i>el tiempo que tarda el agua en pasar por el sistema</i>
e)	Tiempo de residencia medio celular (TRMC): <i>dos horas de cesa el trabajo</i>
f)	Relación alimento/microorganismos (A/M): <i>de lodos vivos o nuevos lodos</i>
g)	Índice volumétrico de lodos (IVL): <i>el volumen que ocupan los lodos</i>
2.	Describa en qué consiste un proceso aerobio y de un ejemplo.
3.	Describa en qué consiste un proceso anaerobio y de un ejemplo.

4. Escriba la reacción de oxidación de la materia orgánica.

5. Describa en qué consiste el proceso de nitrificación.

6. Describa el proceso de desnitrificación.

7. ¿Qué efecto tiene la temperatura en un proceso biológico?

que lleva calor
Viento es el cambio de la Naturaleza

8. ¿Qué efecto tiene el pH en un proceso biológico?

9. ¿Qué efecto tiene un aumento de caudal de agua en una PTAR?

que se tire el agua así como el aumento de lodos en los
balsos

10. ¿Qué indica una disminución de oxígeno disuelto en un reactor biológico de lodos activados?

que por el calor del agua a lodo

11. ¿Cómo se determina la eficiencia de remoción de materia orgánica de una PTAR?

A continuación escriba los cursos de capacitación que ha recibido en los últimos tres años

1. Ninguno
- 2.

3.
4.
5.

A continuación escriba los temas de capacitación que son de su interés

1. la calidad del agua
2. el estudio de los fondos
3. el estudio de Oxígenos
4. el estudio lo que es Operación de la planta
5. el estudio lo que es Operación y Mantenimiento de Planta

FORMATO 04. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

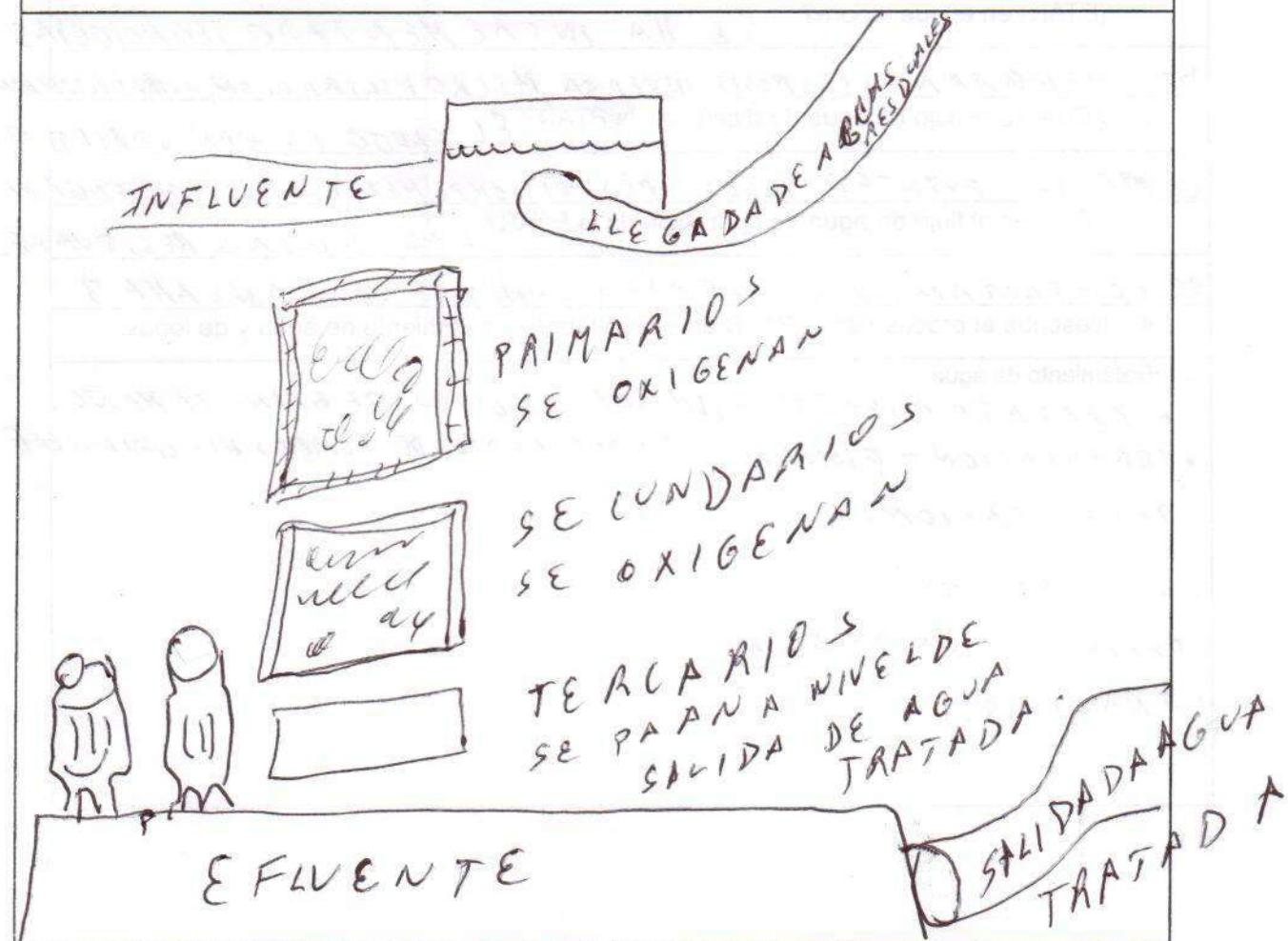
Datos generales			
Nombre del operador	<i>LOZADA CELIS FERMIN</i>		
Puesto	<i>OPERADOR DE PLANTA DE TRATAMIENTO</i>	Años de experiencia	<i>14 años</i>
Grado máximo de estudios	<i>UNIVERSIDAD</i>		

Nombre de la PTAR	<i>CERRO DE LA ESTRELLA</i>		
Dirección de la PTAR			
Calle y No.	<i>Av. SAN LORENZO Exq. ESTRELLA</i>	Colonia	<i>SAN JUAN JALPA</i>
Municipio		Estado	

Conocimientos de la PTAR			
1. ¿Cuál es la tecnología, proceso o tipo de la planta tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el que labora?	<i>SE HA INCORPORADO TECNOLOGIAS DE MEMBRANAS (OSMOSIS INVERSA, MICRO FILTRACION, ULTRAFILTRACION, ETC.)</i>		
2. ¿Cuál es el flujo de agua de diseño de la PTAR?	<i>EL FLUJO ES TAN VARIADO COMO SUS FUENTES Y LOS TIPOS DE COMPONENTES QUE CONTENGA EL AGUA</i>		
3. ¿Cuál es el flujo de agua de operación de la PTAR?	<i>LAS AGUAS RESIDUALES SE COMPACTAN, SIN OLORES y cumpliendo con la norma 3</i>		
4. Describa el proceso de la PTAR en el que labora. Tratamiento de agua y de lodos.			
4.1 Tratamiento de agua	<ul style="list-style-type: none"> • PAETAJAMIENTO. ELIMINAR SÓLIDOS DE GRAN TAMAÑO. • COAGULACIÓN - FLOCCULACIÓN: POR MEDIO DE BOMBAS NOS ENVIAN EL AGUA. • DECANTACIÓN: • FILTRACIÓN: • DESINFECCIÓN DE AGUA; • ANÁLISIS: 		

4.2 Tratamiento de lodos *SE UTILIZAN UNA MASA DE ORGANISMOS DE HANERA AERÓBICA PARA TRATADO DE AGUAS RESIDUALES Y SE UTILIZAN PARA REMOVER ORGANISMOS BIODEGRADABLES DEL AGUA RESIDUAL.*

5. Realice un diagrama de flujo, lo más ampliamente posible, de la PTAR en que labora, y escriba el nombre de cada unidad o proceso. Tratamiento de agua y de lodos.



6. Describa las actividades que realiza diariamente en la PTAR que labora.

COMO OPERADORA DE 14:30 A 22:00 HORAS
SE CHECAN TODAS LAS ÁREAS DESDE LA ENTRADA
DE AGUA HASTA LA SALIDA. QUE ESTEN
REALIZANDO TODAS LAS FUNCIONES
QUE CORESPONDEN AL BUEN
TRATAMIENTO DE LAS AguAS
RESIDUALES

Conocimientos BÁSICOS

Escriba el significado de las siguientes unidades y/o abreviaciones

mg	milí gramo.
kg	kilo gramo.
L	litros.
m³	metro cúbico.
d	definición.
DBO	demanda bioquímica de oxígeno.
DQO	demanda química de oxígeno.
SST	seguridad y salud en el trabajo.
SSV	Sólidos en suspensión volátiles.
NH ₃	Amoniaco.
NO ₃	Nitrato.
NT	Entonio.
PT	Platino
CT	Número de ciclos
CF	compara.

Conocimientos generales

1. ¿Qué quiere decir calidad del agua? *Son las características químicas, físicas y biológicas del agua.*

2. Escriba los parámetros físicos que conozca.

3. Escriba los parámetros químicos que conozca.

4. Escriba los parámetros microbiológicos que conozca.

5. ¿Qué parámetros emplea para monitorear la calidad de agua en la entrada y salida de la PTAR en la que labora?

6. ¿Qué parámetros de control emplea para operar la PTAR en que labora?

7. ¿Cómo controla la purga de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

De acuerdo al tiempo y las necesidades que se requiera.

8. ¿Cómo controla la recirculación de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

por medio de bombas de recirculación y tubería.

9. ¿Cuál es el tiempo de residencia hidráulica del reactor biológico de la PTAR en la que labora?

10. ¿Cuál es la función de un sedimentador?

Sirve para eliminar sólido suspendidos por sedimentación.

11. ¿Cuál es la función de un tanque de contacto de cloro?

Terminar lo mas posible a los microorganismos que fluyen por el agua ya tratada.

12. ¿Qué equipo, unidad o proceso se utiliza para deshidratar el lodo biológico?

Sopladores que vierten aire (oxígeno) a las membranas de los influyentes.

13. ¿Qué tipo de polímero se emplea para deshidratar el lodo biológico?

14. ¿Qué equipo utiliza para operar la planta de tratamiento?

Se utilizan bombas para llegada y B. de salida y sopladores de aire.

Conocimientos técnicos	
1.	Defina los siguientes términos:
a)	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):
b)	Demanda química de oxígeno (DQO):
c)	Sólidos suspendidos volátiles (SSV):
d)	Tiempo de residencia hidráulico (TRH):
e)	Tiempo de residencia medio celular (TRMC):
f)	Relación alimento/microorganismos (A/M):
g)	Índice volumétrico de lodos (IVL):
2.	Describa en qué consiste un proceso aerobio y de un ejemplo.
3.	Describa en qué consiste un proceso anaerobio y de un ejemplo.

4. Escriba la reacción de oxidación de la materia orgánica.
5. Describa en qué consiste el proceso de nitrificación.
6. Describa el proceso de desnitrificación.
7. ¿Qué efecto tiene la temperatura en un proceso biológico?
8. ¿Qué efecto tiene el pH en un proceso biológico?
9. ¿Qué efecto tiene un aumento de caudal de agua en una PTAR?
10. ¿Qué indica una disminución de oxígeno disuelto en un reactor biológico de lodos activados?
11. ¿Cómo se determina la eficiencia de remoción de materia orgánica de una PTAR?

A continuación escriba los cursos de capacitación que ha recibido en los últimos tres años

- | |
|------------------------------|
| 1. <i>Corzo de gas cloro</i> |
| 2. <i></i> |

3.
4.
5.

A continuación escriba los temas de capacitación que son de su interés

- | |
|------------------------------|
| 1. DE TODO EL FUNCIONAMIENTO |
| 2. DEL TRATAMIENTO DE AGUAS |
| 3. RESIDUALES EN GENERAL |
| 4. |
| 5. |

FORMATO 04. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Datos generales			
Nombre del operador	<i>Ramiro Villegas Terro</i>		
Puesto	<i>Enc. de Térro</i>	Años de experiencia	<i>52</i>
Grado máximo de estudios	<i>3º Secundaria</i>		

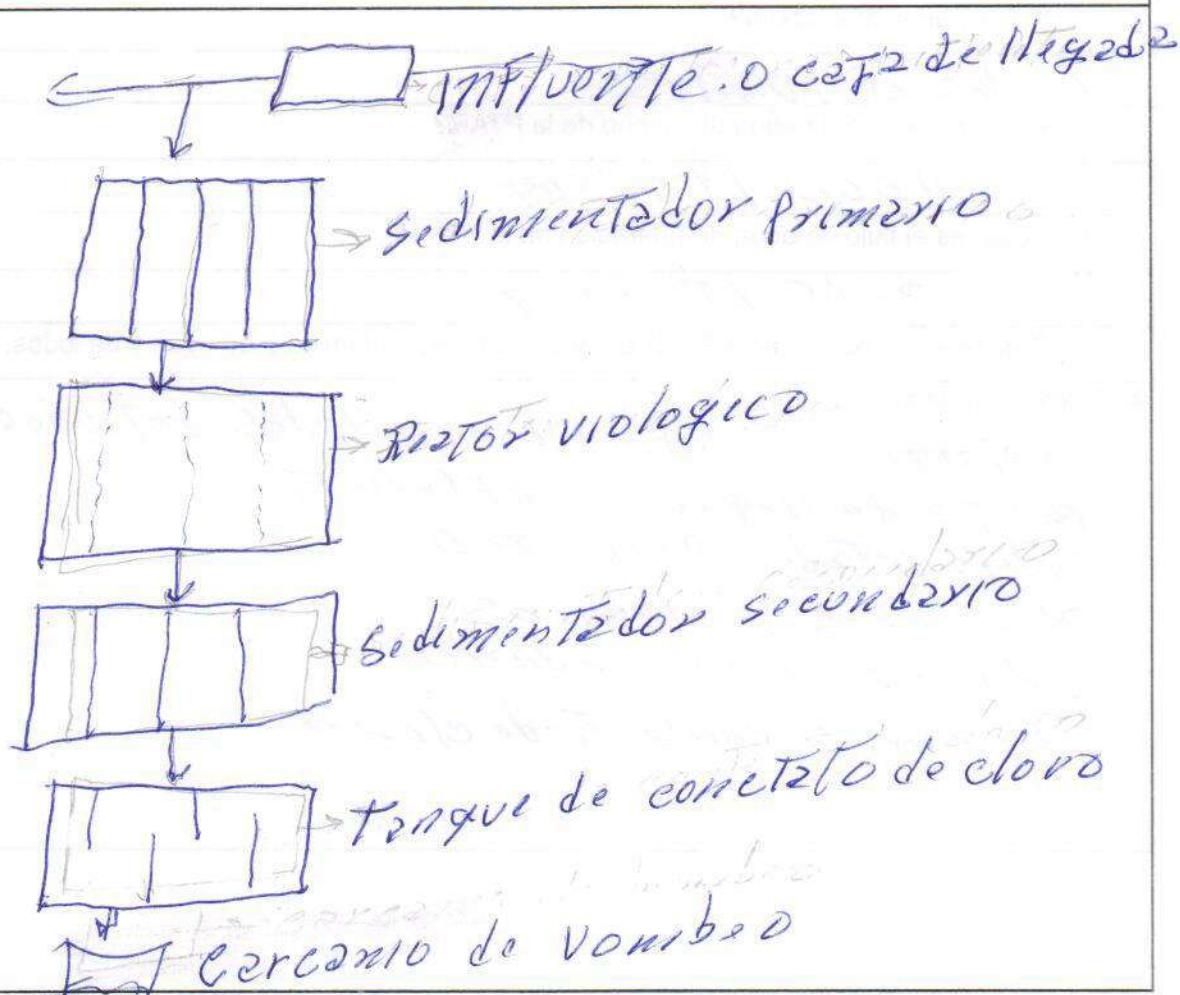
Nombre de la PTAR	<i>Planta de I. Sorro de la ESTRELLA</i>		
Dirección de la PTAR			
Calle y No.	<i>AV. SAN LORASO 312</i>	Colonia	<i>SAN JUAN DEL PR</i>
Municipio	<i>IZT.</i>	Estado	<i>Zac.</i>

Conocimientos de la PTAR			
1. ¿Cuál es la tecnología, proceso o tipo de la planta tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el que labora?	<i>Lodos activados</i>		
2. ¿Cuál es el flujo de agua de diseño de la PTAR?	<i>4000 LTS/SEG</i>		
3. ¿Cuál es el flujo de agua de operación de la PTAR?	<i>3000 LTS/SEG</i>		
4. Describa el proceso de la PTAR en el que labora. Tratamiento de agua y de lodos.	<p>4.1 Tratamiento de agua</p> <p><i>Tratamiento biológico en lodos activados</i> <i>estadio de lodos o influente</i> <i>sedimentador primario</i> <i>reactores viologénicos</i> <i>sedimentador secundario</i> <i>Tanque de contacto de cloro</i></p>		

4.2 Tratamiento de lodos

Lodos activizados mediante el reactor
biológico donde se crean 12 la viabilidad
para degradar la materia orgánica.

5. Realice un diagrama de flujo, lo más ampliamente posible, de la PTAR en que labora, y escriba el nombre de cada unidad o proceso. Tratamiento de agua y de lodos.



6. Describa las actividades que realiza diariamente en la PTAR que labora.

al ~~principio~~ al Turno se recorre ~~Todos~~ los ~~equipos~~ para revisar las condiciones del equipo y calidad del agua para reportar al ~~ing~~ de operación las condiciones encontradas.

distribuir a los operadores en su ~~turno~~ correspondiente para que reporten las fallas del equipo y calidad del agua durante el Turno.

Tener contacto con el personal del ~~laboratorio~~ para saber las condiciones del proceso mediante los permisos.

Considerar e reparar las fallas y reportarlas así como cambio de los cilindros de cloro cuando se terminan para los de risarbe.

Realizar un recorrido general de la planta dentro del ~~area~~ de operación para saber las condiciones de equipo y calidad para entregar el Turno.

chechar registros sopladores y circulación, bombas de sólido durante el Turno para su buen uso.

chechar que el agua de sólido esté en las mejores condiciones de ser usada, chechar las condiciones del influente que se constante o corregirlo.

Conocimientos BÁSICOS	
Escriba el significado de las siguientes unidades y/o abreviaciones	
mg	Miligramos
kg	Kilogramos
L	LITROS
m³	Metros cúbicos
d	descentrados
DBO	demanda Biológica de oxígeno
DQO	demanda Química de oxígeno
SST	Sólidos Sedimentables Totales
SSV	Sólidos Sedimentables Volátiles
NH ₃	Amoniaco
NO ₃	Nitrato
NT	
PT	
CT	
CF	

Conocimientos generales	
1.	¿Qué quiere decir calidad del agua?
	<i>que se encuentre en ciertas condiciones para uso</i>
2.	Escriba los parámetros físicos que conozca.
	<i>Sólidos sedimentables pH conductividad Temperatura x Turbiedad</i>
3.	Escriba los parámetros químicos que conozca.
	<i>oxígeno disuelto DQO DBO cródoros alcalinidad dureza Total x calcio</i>
4.	Escriba los parámetros microbiológicos que conozca.

5. ¿Qué parámetros emplea para monitorear la calidad de agua en la entrada y salida de la PTAR en la que labora?

oxígeno disuelto turbidez temperatura pH

6. ¿Qué parámetros de control emplea para operar la PTAR en que labora?

*sólidos suspendidos volátiles oxígeno disuelto
sólidos sedimentables*

7. ¿Cómo controla la purga de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

8. ¿Cómo controla la recirculación de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

9. ¿Cuál es el tiempo de residencia hidráulica del reactor biológico de la PTAR en la que labora?

8 HS

10. ¿Cuál es la función de un sedimentador?

eliminar arena y material flotante y grises

11. ¿Cuál es la función de un tanque de contacto de cloro?

*eliminar los microorganismos patógenos
que se eliminaron en el reactor biológico*

12. ¿Qué equipo, unidad o proceso se utiliza para deshidratar el lodo biológico?

13. ¿Qué tipo de polímero se emplea para deshidratar el lodo biológico?

14. ¿Qué equipo utiliza para operar la planta de tratamiento?

Conocimientos técnicos	
1. Defina los siguientes términos:	
a) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):	es la demanda química para vivir evando oxígeno demanda para biodegrardar la materia orgánica
b) Demanda química de oxígeno (DQO):	es la prueba que se utiliza para la cantidad de la materia orgánica
c) Sólidos suspendidos volátiles (SSV):	es el parámetro que indica la cantidad de lodos en el reactor
d) Tiempo de residencia hidráulico (TRH):	es el tiempo que necesita para tratar el agua
e) Tiempo de residencia medio celular (TRMC):	es el tiempo de vida de los microorganismos
f) Relación alimento/microorganismos (A/M):	es la relación de los microorganismos y la materia orgánica para tener un equilibrio
g) Índice volumétrico de lodos (IVL):	es la cantidad de lodos en un litro de agua.
2. Describa en qué consiste un proceso aerobio y de un ejemplo.	es la materia orgánica que viven con oxígeno lodos activados
3. Describa en qué consiste un proceso anaerobio y de un ejemplo.	es el lodo que no necesita oxígeno una fase de estabilidad

4. Escriba la reacción de oxidación de la materia orgánica.

por medio de la oxidación se crean microorganismos que degradan la materia orgánica

5. Describa en qué consiste el proceso de nitrificación.

es la oxidación biológica con oxigenación para crear hidrógeno

6. Describa el proceso de desnitrificación.

el el proceso mediante el desprendimiento del hidrógeno produce la floculación del lodo activado

7. ¿Qué efecto tiene la temperatura en un proceso biológico?

en mayor temperatura mayor biodegradación

8. ¿Qué efecto tiene el pH en un proceso biológico?

provoca que el agua esté acida o alcalina que complica el tratamiento

9. ¿Qué efecto tiene un aumento de caudal de agua en una PTAR?

desestabiliza el proceso en microorganismos y oxígeno

10. ¿Qué indica una disminución de oxígeno disuelto en un reactor biológico de lodos activados?

en una desnitrificación

11. ¿Cómo se determina la eficiencia de remoción de materia orgánica de una PTAR?

con una demanda química de oxígeno

A continuación escriba los cursos de capacitación que ha recibido en los últimos tres años

1. Programa

2.

3.
4.
5.

A continuación escriba los temas de capacitación que son de su interés

- | |
|---|
| 1. <i>operación de plantas de tratamiento</i> |
| 2. <i>parámetros del laboratorio en proceso</i> |
| 3. |
| 4. |
| 5. |

FORMATO 04. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Datos generales			
Nombre del operador	Richard Muñoz Gámez		
Puesto	Operador	Años de experiencia	28 años
Grado máximo de estudios			

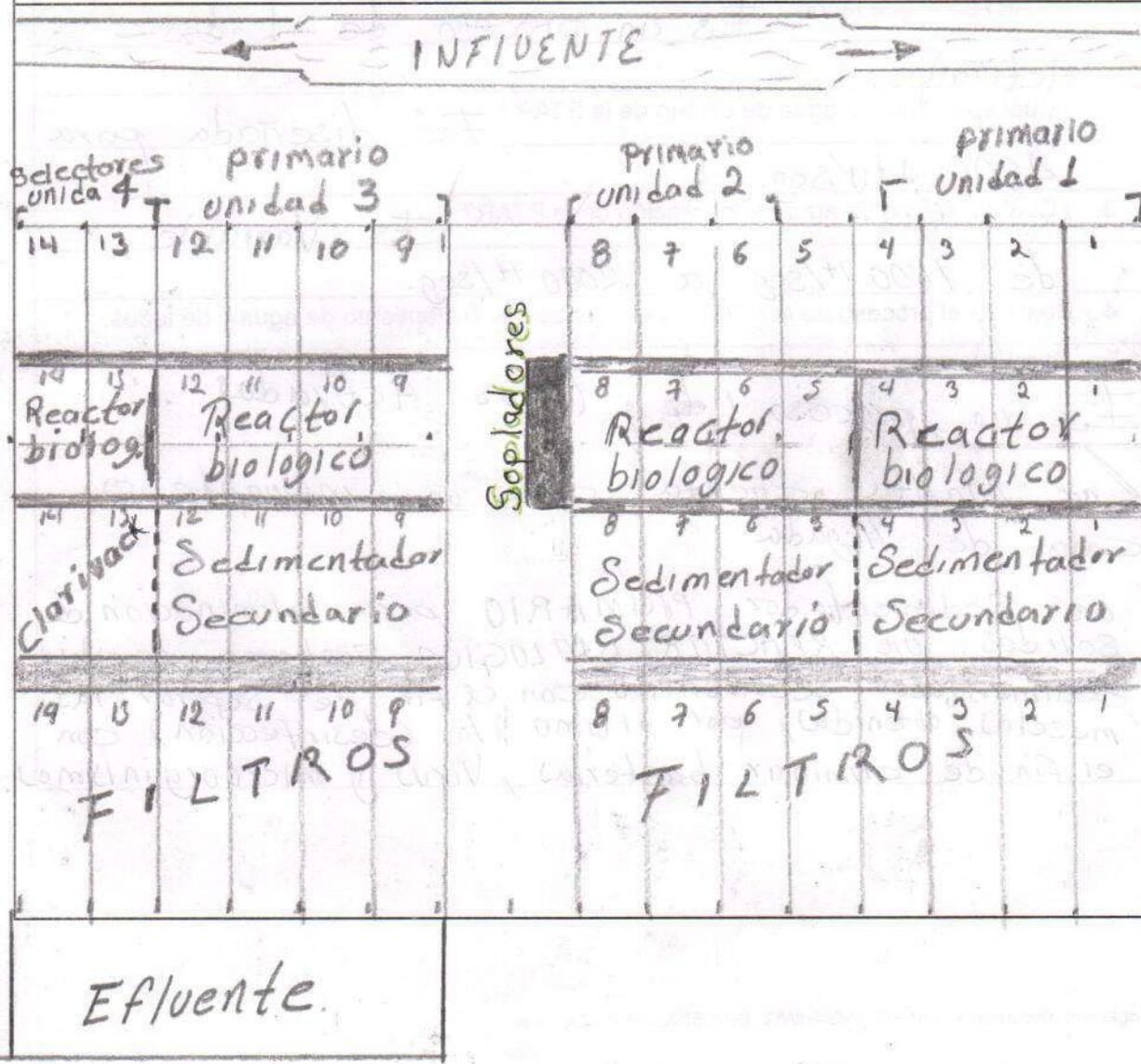
Nombre de la PTAR	Planta Cerro de la Estrella		
Dirección de la PTAR	Av. Sn. Lorenzo		
Calle y No.	312	Colonia	Sn. Juan Xalpa
Municipio	Iztapalapa	Estado	Ciudad de México

Conocimientos de la PTAR	
1. ¿Cuál es la tecnología, proceso o tipo de la planta tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el que labora?	Es un proceso de lodos Activados.
2. ¿Cuál es el flujo de agua de diseño de la PTAR?	Fue diseñada para 4000 lt/seg.
3. ¿Cuál es el flujo de agua de operación de la PTAR?	Es Variable de 1600 lt/seg a 2000 lt/seg.
4. Describa el proceso de la PTAR en el que labora. Tratamiento de agua y de lodos.	<p>4.1 Tratamiento de agua</p> <p>Es un proceso biológico lodos Activados</p> <p>La planta cuenta con un influente o caja de llegada</p> <ul style="list-style-type: none"> un sedimentador PRIMARIO para eliminación de sólidos, un REACTOR BIOLOGICO sistema aerobio sedimentador SECUNDARIO con el fin de separar las mezclas obtenidas, por ultimo la (desinfección) con el fin de eliminar bacterias, virus y microorganismos.

4.2 Tratamiento de lodos

Los sopladores mandan aire a los difusores creando una aereación así los microorganismos crean la materia orgánica

5. Realice un diagrama de flujo, lo más ampliamente posible, de la PTAR en que labora, y escriba el nombre de cada unidad o proceso. Tratamiento de agua y de lodos.



6. Describa las actividades que realiza diariamente en la PTAR que labora.

- Cómo operador en las mañanas realizamos purgas en el área de primarias, se desnata y se hace limpieza de las áreas.
- En el área de Sopladores checamos los parámetros, y checamos que las salidas de aire de cada área sea la adecuada. y la limpieza del área,
- En Secundarios primera mente se purgan los Airlifts. Se checa el sistema de rastreo, se desnata y se hacen purgas de los Vasos Segun la cantidad de todos que marquen los parámetros.
- En el efluente monitorizamos constantemente el cloro gas - El equipo de Bombeo por el descontrol del gasto de la planta. y muchas cosas más...

Conocimientos BÁSICOS	
Escriba el significado de las siguientes unidades y/o abreviaciones	
mg	miligramos
kg	Kilogramo
L	Litro
m ³	metro cúbico
d	densidad
DBO	Demanda Biogüímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
SST	Sólidos Suspensos Totales
SSV	Sólidos Suspensos Volátiles
NH ₃	Amoníaco
NO ₃	Nitrato
NT	
PT	
CT	
CF	

Conocimientos generales	
1. ¿Qué quiere decir calidad del agua?	Que se encuentra en buenas condiciones
2. Escriba los parámetros físicos que conozca.	Sólidos Suspensos Turbidez, conductividad
3. Escriba los parámetros químicos que conozca.	D.Q.O - D.B.O - Oxígeno disuelto -
4. Escriba los parámetros microbiológicos que conozca.	

5. ¿Qué parámetros emplea para monitorear la calidad de agua en la entrada y salida de la PTAR en la que labora?

D. Q. O. — Temperatura, Turbiedad
P.H.

6. ¿Qué parámetros de control emplea para operar la PTAR en que labora?

Sólidos Suspensos, Sólidos Sedimentables, Volátiles
Oxígeno disuelto

7. ¿Cómo controla la purga de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

Si la cantidad de lodos sedimentables es demasiada en el reactor

8. ¿Cómo controla la recirculación de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

De acuerdo a la cantidad de lodos en los Secundarios.

9. ¿Cuál es el tiempo de residencia hidráulica del reactor biológico de la PTAR en la que labora?

Es de 8 hrs.

10. ¿Cuál es la función de un sedimentador?

Es la Separación de Lodos

11. ¿Cuál es la función de un tanque de contacto de cloro?

Es la Desinfección del Agua

12. ¿Qué equipo, unidad o proceso se utiliza para deshidratar el lodo biológico?

No contamos con eso

13. ¿Qué tipo de polímero se emplea para deshidratar el lodo biológico?

X

14. ¿Qué equipo utiliza para operar la planta de tratamiento?

Conocimientos técnicos	
1. Defina los siguientes términos:	
a) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):	Serve para medir la cantidad de Oxígeno
b) Demanda química de oxígeno (DQO):	Mide la cantidad de materia Orgánica.
c) Sólidos suspendidos volátiles (SSV):	Indica la cantidad de materia Orgánica en el Reactor
d) Tiempo de residencia hidráulico (TRH):	Mide el tiempo de tratamiento de agua
e) Tiempo de residencia medio celular (TRMC):	Tiempo de vida de los microorganismos.
f) Relación alimento/microorganismos (A/M):	Segun la cantidad de alimento es el Tiempo de vida de los microorganismos
g) Índice volumétrico de lodos (IVL):	Cantidad de Lodos en un litro de agua
2. Describa en qué consiste un proceso aerobio y de un ejemplo.	Aerobios ocurre en presencia de Oxígeno y un ejemplo son los lodos Activados.
3. Describa en qué consiste un proceso anaerobio y de un ejemplo.	Anaerobio no necesita Oxígeno, El lodo fluye

4. Escriba la reacción de oxidación de la materia orgánica.

El oxígeno crea microorganismos que biodegrada

5. Describa en qué consiste el proceso de nitrificación.

Es la fijación de nitrógeno
la materia orgánica

6. Describa el proceso de desnitrificación.

Es la conversión de nitratos y nitritos a
nitrato molecular

7. ¿Qué efecto tiene la temperatura en un proceso biológico?

Si es muy alta hay una biodegradación

8. ¿Qué efecto tiene el pH en un proceso biológico?

Esto puede afectar el proceso
si está muy alto

9. ¿Qué efecto tiene un aumento de caudal de agua en una PTAR?

El tiempo de retención hidráulico disminuye
y hay una disminución en la calidad

10. ¿Qué indica una disminución de oxígeno disuelto en un reactor biológico de lodos activados?

Cuando hay mucho lodo biológico
o en el caso de los sopladores cuando
hay fallas

11. ¿Cómo se determina la eficiencia de remoción de materia orgánica de una PTAR?

Relacionando una DO de entrada con la
de salida

A continuación escriba los cursos de capacitación que ha recibido en los últimos tres años

1. Gas Cloro

2.

3.
4.
5.

A continuación escriba los temas de capacitación que son de su interés

1. Parámetros de laboratorio
2. Lodos Activados
3. Gas Cloro
4. Primeros Auxilios
- 5.

FORMATO 04. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Datos generales			
Nombre del operador	<i>Rivera Torres Eduardo</i>		
Puesto	<i>Aux. de encargado.</i>	Años de experiencia	49
Grado máximo de estudios	<i>Secundaria Terminada.</i>		

Nombre de la PTAR	<i>= Planta Cerro de la Estrella"</i>		
Dirección de la PTAR			
Calle y No.	<i>Av. San Lorenzo 312</i>	Colonia	<i>San Juan Xalpa</i>
Municipio	<i>Iztapalapa.</i>	Estado	<i>CDMX</i>

Conocimientos de la PTAR	
1.	¿Cuál es la tecnología, proceso o tipo de la planta tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el que labora?
<i>Lodos Activados.</i>	
2.	¿Cuál es el flujo de agua de diseño de la PTAR?
<i>4000 lt / Seg.</i>	
3.	¿Cuál es el flujo de agua de operación de la PTAR?
<i>3000 lt / Seg.</i>	
4.	Describa el proceso de la PTAR en el que labora. Tratamiento de agua y de lodos.
4.1 Tratamiento de agua	
<p><i>Tratamiento biológico de lodos activados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Primario - reactor - Secundario - Desinfección 	

4.2 Tratamiento de lodos

Lodos activados por medio de compresores y difusores se da la aeración creándose microorganismos que biodegradan la materia orgánica.

5. Realice un diagrama de flujo, lo más ampliamente posible, de la PTAR en que labora, y escriba el nombre de cada unidad o proceso. Tratamiento de agua y de lodos.

Unidad IV			Unidad III		
Selectores		Primario 3			
V ₁₄	V ₁₃	V ₁₂	V ₁₁	V ₁₀	V ₉
1 muestra x cada selector			1 muestra, Galón P3		

INFLUENTE
1 frasco Oxígeno INF
1 muestra, Galón INF

Unidad II			Unidad I		
		Primario 2			Primario 1
V ₈	V ₇	V ₆	V ₅	V ₄	V ₃
1 muestra, Galón P2			1 muestra, Galón P1		

Reactor 4			Reactor 3		
V ₁₄	V ₁₃	V ₁₂	V ₁₁	V ₁₀	V ₉

1 muestra x vaso
13 y 14. 1 frasco
Oxígeno 4 $\frac{1}{2}$
 $\frac{1}{4}$ x cada vaso.

1 Galón $\frac{1}{4}$ vaso.
1 frasco Oxígeno 3

Efluente 4 Efluente 3
EFLUENTE
1 muestra Galón ET
1 frasco Oxígeno ET

Efluente 4			Efluente 3		
V ₁₄	V ₁₃	V ₁₂	V ₁₁	V ₁₀	V ₉

1 Galón E4

1 Galón E3

Reactor 2			Reactor 1		
V ₈	V ₇	V ₆	V ₅	V ₄	V ₃

1 Galón $\frac{1}{4}$ vaso.
1 frasco Oxígeno 2
 $\frac{1}{4}$ x cada vaso.

1 Galón $\frac{1}{4}$ vaso.
2 frascos Oxígeno 1-2
3-4, $\frac{1}{4}$ x cada frasco.

Efluente 2			Efluente 1		
V ₈	V ₇	V ₆	V ₅	V ₄	V ₃

1 Galón E2

1 Galón E1

6. Describa las actividades que realiza diariamente en la PTAR que labora.

Supervisión del proceso de tratamiento del agua residual, desde que entra a la planta hasta que sale para su uso. Leer la bitácora y reporte de los turnos anteriores para saber las fallas del equipo en general para coordinar con mantenimiento para su reparación para el mejor funcionamiento del mismo y poder tener una mejor calidad en el proceso.

Coordinar con el laboratorio y encargado de la planta para el buen funcionamiento y control de calidad en el proceso biológico.

Hacer el reporte operativo del turno que consiste en reportar todas las fallas, gasto tratado, cloro y eléctricas, para que el turno siguiente tenga toda la información para continuar el proceso.

Checar todo el equipo de la planta que consiste en motores, bombas de 1/2 HP. hasta 300 HP, sopladores y 4160 Volts.

INFLUENTE: supervisar que el gasto sea el que se va a tratar y ose corrige.

PRIMEROS Y REVISAR que los motores, motores eductores y estan funcionando bien que este desinfectado y purgado.

AERACION: revisar los niveles de aceite, temperatura de los sopladores.

RECIRCULADOR: por bombeo. Revisar que los motores y bombas funcionen y tener otra de repuesto.

SEGUNDARIOS: revisar que motores, motores eductores y estan funcionando bien, que esten bien regulados los AIR-LIFT y CLARIVACK.

FILTROS: revisar que los tanques no esten saturados y esten bien y trabajados.

CLORO: conectar y desconectar los contenedores de cloro y traerlos a las libras que se requieren.

EFLUENTE: revisar niveles de aceite, presiones y salidas la calidad de agua de salida para su uso.

Conocimientos BÁSICOS

Escriba el significado de las siguientes unidades y/o abreviaciones

mg	miligramos
kg	Kilogramos
L	Litros
m³	metros cúbicos
d	Densidad
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
SST	Sólidos Suspensos Totales
SSV	Sólidos Suspensos Volátiles
NH ₃	Amoniaco
NO ₃	Nitrato.
NT	
PT	
CT	
CF	

Conocimientos generales

1. ¿Qué quiere decir calidad del agua?

Que se encuentra en condiciones óptimas para ser utilizados.

2. Escriba los parámetros físicos que conozca.

Sólidos Sedimentables PH, conductibilidad
Temperatura Turbiedad.

3. Escriba los parámetros químicos que conozca.

Oxígeno disuelto P.D.O., DBO, cloruros
Alcalinidad, dureza total y calcio

4. Escriba los parámetros microbiológicos que conozca.

No se realiza en la planta.

5. ¿Qué parámetros emplea para monitorear la calidad de agua en la entrada y salida de la PTAR en la que labora?

D. Q.O., Oxígeno, pH, Turbiedad, conductibilidad
Temperatura.

6. ¿Qué parámetros de control emplea para operar la PTAR en que labora?

Sólidos Sedimentables, sólidos suspendidos
Volatile y Oxígeno Disuelto

7. ¿Cómo controla la purga de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

De acuerdo con los datos de sólidos sedimentables
en reactor y sólidos suspendidos

8. ¿Cómo controla la recirculación de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

De acuerdo al gusto y cantidad de sólidos sedimentables
y suspendidos

9. ¿Cuál es el tiempo de residencia hidráulica del reactor biológico de la PTAR en la que labora?

8 hrs.

10. ¿Cuál es la función de un sedimentador?

Separar los lodos del agua ya tratada

11. ¿Cuál es la función de un tanque de contacto de cloro?

Desinfectar el agua

12. ¿Qué equipo, unidad o proceso se utiliza para deshidratar el lodo biológico?

No hay

13. ¿Qué tipo de polímero se emplea para deshidratar el lodo biológico?

No se utiliza

14. ¿Qué equipo utiliza para operar la planta de tratamiento?

Sopladores, bombas, moto reductores, Sistema de
rastreo, y motores.

Conocimientos técnicos	
1. Defina los siguientes términos:	
a) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):	<p>Es la prueba Química para ver cuento Oxígeno Se necesita para biodegradar la materia Orgánica</p>
b) Demanda química de oxígeno (DQO):	<p>Es la prueba que se hace utiliza para ver cantidad de Materia Orgánica</p>
c) Sólidos suspendidos volátiles (SSV):	<p>Prueba que indica cantidad de materia Orgánica en reactores</p>
d) Tiempo de residencia hidráulico (TRH):	<p>Es el tiempo que se necesita para tratar el agua</p>
e) Tiempo de residencia medio celular (TRMC):	<p>El tiempo que permanecen vivos nuestros Microorganismos</p>
f) Relación alimento/microorganismos (A/M):	<p>Cantidad de microorganismos v alimento para tener un equilibrio</p>
g) Índice volumétrico de lodos (IVL):	<p>Es la cantidad de lodos en 1 litro de agua.</p>
2. Describa en qué consiste un proceso aerobio y de un ejemplo.	<p>Es el que utilizan Oxígeno ejemplo: lodos activados.</p>
3. Describa en qué consiste un proceso anaerobio y de un ejemplo.	<p>No necesito Oxígeno alguna de estabilización.</p>

4. Escriba la reacción de oxidación de la materia orgánica.

Por medio dr Oxigeno Se crean microorganismos que biodegradan la materia Orgánica

5. Describa en qué consiste el proceso de nitrificación.

Consumir Oxigeno.

6. Describa el proceso de desnitrificación.

Es falta de Oxigeno

7. ¿Qué efecto tiene la temperatura en un proceso biológico?

A mayor temperatura , mayor biodegradación

8. ¿Qué efecto tiene el pH en un proceso biológico?

Si es acido o alcalino , se complica el tratamiento.

9. ¿Qué efecto tiene un aumento de caudal de agua en una PTAR?

Desestabiliza el proceso . si no es manejado correctamente .

10. ¿Qué indica una disminución de oxígeno disuelto en un reactor biológico de lodos activados?

Que existe desnitrificación

11. ¿Cómo se determina la eficiencia de remoción de materia orgánica de una PTAR?

Por una D. Q. O.

A continuación escriba los cursos de capacitación que ha recibido en los últimos tres años

1.

NINGUNO

2.

3.

4.

5.

A continuación escriba los temas de capacitación que son de su interés

1. Parámetros de laboratorio para controlar el proceso
2. Operación de plantas de tratamiento
3. de aguas y residuales.
- 4.
- 5.

FORMATO 04. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Datos generales			
Nombre del operador	<i>Arturo Safrigo Mejia</i>		
Puesto	<i>Operador</i>	Años de experiencia	<i>28 Años</i>
Grado máximo de estudios	<i>Secundaria</i>		

Nombre de la PTAR	<i>Planta Cerro de la Estrella</i>		
Dirección de la PTAR	<i>Avenida San Lorenzo</i>		
Calle y No.	<i>312</i>	Colonia	<i>San Juan Xalpa</i>
Municipio	<i>Iztapalapa</i>	Estado	<i>Ciudad de México</i>

Conocimientos de la PTAR			
1. ¿Cuál es la tecnología, proceso o tipo de la planta tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el que labora?	<i>Lodos Activados</i>		
2. ¿Cuál es el flujo de agua de diseño de la PTAR?	<i>4000 lt/sas</i>		
3. ¿Cuál es el flujo de agua de operación de la PTAR?	<i>2000 lt/sas</i>		
4. Describa el proceso de la PTAR en el que labora. Tratamiento de agua y de lodos.	<p>4.1 Tratamiento de agua</p> <p><i>Tratamiento biológico de lodos activados</i></p> <p><i>Primario</i></p> <p><i>Reactor</i></p> <p><i>Secundario</i></p> <p><i>Desinfección</i></p>		

4.2 Tratamiento de lodos

Lodos activados por medio de compresores y difusores se da la aeración creándose microorganismos que bio degradan la materia orgánica.

5. Realice un diagrama de flujo, lo más ampliamente posible, de la PTAR en que labora, y escriba el nombre de cada unidad o proceso. Tratamiento de agua y de lodos.

6. Describa las actividades que realiza diariamente en la PTAR que labora.

Conocimientos BÁSICOS	
Escriba el significado de las siguientes unidades y/o abreviaciones	
mg	miligramos
kg	Kilogramos
L	Litros
m³	metros cúbicos
d	densidad
DBO	Demandas Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demandas Química de Oxígeno
SST	Sólidos Suspensos Totales
SSV	Sólidos Suspensos Volátiles
NH ₃	Ammoniaco
NO ₃	Nitrato
NT	
PT	
CT	
CF	

Conocimientos generales
1. ¿Qué quiere decir calidad del agua? Que se encuentra en condiciones óptimas para ser utilizada.
2. Escriba los parámetros físicos que conozca. sd. sedimentables, pH, conductividad; Temperatura. Turbiedad
3. Escriba los parámetros químicos que conozca. Oxígeno Disuelto, P.D.O., DBO, cloruros Alcalinidad, Dureza Total y Calcio
4. Escriba los parámetros microbiológicos que conozca. No se realizan en planta

5. ¿Qué parámetros emplea para monitorear la calidad de agua en la entrada y salida de la PTAR en la que labora?

D. Q.O., Oxígeno, pH, Turbiedad, Conductividad, Temperatura.

6. ¿Qué parámetros de control emplea para operar la PTAR en que labora?

Sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, Volátiles y Oxígeno Disuelto.

7. ¿Cómo controla la purga de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

De acuerdo a los datos de Sólidos sedimentables en reactor y Sólidos suspendidos

8. ¿Cómo controla la recirculación de lodos biológicos de la PTAR en la que labora?

De acuerdo al gasto u cantidad de sólidos sedimentables y suspendidos

9. ¿Cuál es el tiempo de residencia hidráulica del reactor biológico de la PTAR en la que labora? 8 hrs

10. ¿Cuál es la función de un sedimentador?

Separar los lodos de el agua ya tratada

11. ¿Cuál es la función de un tanque de contacto de cloro?

Desinfectar el agua

12. ¿Qué equipo, unidad o proceso se utiliza para deshidratar el lodo biológico?

No hay

13. ¿Qué tipo de polímero se emplea para deshidratar el lodo biológico?

No se utiliza.

14. ¿Qué equipo utiliza para operar la planta de tratamiento?

Conocimientos técnicos	
1. Defina los siguientes términos:	
a) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):	Es la Prueba Química para ver cuanto Oxígeno se necesita para biodegradar la materia Orgánica
b) Demanda química de oxígeno (DQO):	Es la Prueba que se Utiliza para ver Cantidad de Materia Orgánica
c) Sólidos suspendidos volátiles (SSV):	Prueba que indica cantidad de Materia Orgánica en reactores
d) Tiempo de residencia hidráulico (TRH):	Es el tiempo que se necesita para tratar el agua
e) Tiempo de residencia medio celular (TRMC):	El tiempo que permanecen vivos nuestros Macroorganismos
f) Relación alimento/microorganismos (A/M):	Cantidad de microorganismos y alimento para tener un equilibrio
g) Índice volumétrico de lodos (IVL):	Es la cantidad de lodos en un 1 litro de agua.
2. Describa en qué consiste un proceso aerobio y de un ejemplo.	Es el que utilizan Oxígeno Ejemplo: Lodos activados
3. Describa en qué consiste un proceso anaerobio y de un ejemplo.	No necesita Oxígeno Laguna de Estabilización

4. Escriba la reacción de oxidación de la materia orgánica.

Por medio de oxígeno se crean microorganismos que biodegradan la materia orgánica.

5. Describa en qué consiste el proceso de nitrificación.

Consumo Oxígeno

6. Describa el proceso de desnitrificación.

Es falta de Oxígeno

7. ¿Qué efecto tiene la temperatura en un proceso biológico?

A mayor temperatura mayor biodegradación

8. ¿Qué efecto tiene el pH en un proceso biológico?

Si es ácido o alcalino se complica el tratamiento

9. ¿Qué efecto tiene un aumento de caudal de agua en una PTAR?

desestabiliza el proceso si no es manejado correctamente

10. ¿Qué indica una disminución de oxígeno disuelto en un reactor biológico de lodos activados?

Que existe desnitrificación

11. ¿Cómo se determina la eficiencia de remoción de materia orgánica de una PTAR?

Por una D.O.

A continuación escriba los cursos de capacitación que ha recibido en los últimos tres años

1.

2.

3.
4.
5.

A continuación escriba los temas de capacitación que son de su interés

1. <i>Parametros de Laboratorio Para Controlar el proceso</i>
2.
3.
4.
5.



ANEXO III

FORMATO 15. SEGURIDAD E HIGIENE

Nombre de la PTAR	Cerro de la Estrella
-------------------	-----------------------------

Responsable de seguridad e higiene	Ing. Sergio Núñez Arias
------------------------------------	--------------------------------

Zonas de riesgo en PTAR

Evento	Zona de riesgo	Fotografía
Sismo	Toda la PTAR	
Inundación	Ninguna	
Nivel ceráunico	Toda la PTAR	
Explosión	Gas cloro	
Incendio	Medio	
Riesgo sanitario	Medio	

Riesgo químico	Alto	
Riesgo de gases orgánicos	Bajo	
Riesgo de caídas	Medio Pasillos de la PTAR	
Riesgos eléctricos	Alto Cables expuestos	
Riesgos con sopladores	Alto	
Riesgos con equipos	Medio	

pesados		
Ingreso de personal no autorizado	Bajo	

Cuentan con un estudio de análisis de riesgos en la PTAR	No Informal (Tesina de prestador de servicio)
--	--

Plan de contingencia

Tipo	Cumple	Observaciones
Atención a incendios	no	Se cuenta con extintores contra incendios en diferentes áreas de proceso, pero están vacíos.
Atención de derrames de combustibles	no	Zona definida de almacenamiento
Atención a un sismo	Si	Protocolo de evacuación, falta marcación de las zonas
Atención a tormentas eléctricas (rayos)	Si	Pararrayos y equipos de corte por sobretensión eléctrica
Atención a explosión	No	
Atención a contingencias técnicas	Si	Definidas las responsabilidades por áreas
Atención de personal	Si	En caso de accidentes
Atención a sabotajes	Si	Con el resguardo de policía de la instalación
Atención para el transporte y almacenamiento de combustibles y y	Si	En el caso de gas cloro, con horarios y formas de

sustancias químicas		acuerdo a protocolo; al igual que combustibles
Prácticas para la realización de simulacros	Si	De simulacro en caso de sismos y fuga de gas cloro, de manera esporádica

Coordinador del comité de emergencias	Ing. Sergio Nuñez Arias
---------------------------------------	--------------------------------

Otras disposiciones

Tipo	Cumple	Observaciones
Teléfonos de emergencia visibles	no	se tienen dentro de las oficinas
Teléfono fijo para llamadas de emergencia	Si	En el caso de seguridad ciudadana con tel directo
Disposiciones de seguridad a empresas tercerizadas que ingresan a la PTAR	Si	Con protocolo de ingreso y egreso en la entrada principal
Disposiciones de seguridad a personal externo que ingresa a la PTAR	Si	Estableciendo las áreas con potencial de riesgo y condiciones de acceso
Se proporciona equipo de protección personal a los trabajadores	Si	Se les provee de equipo de seguridad y equipo de lluvia, lo anterior no se pudo corroborar con el personal
Se proporciona a los trabajadores la capacitación y el adiestramiento necesario para el uso, limpieza, mantenimiento, limitaciones y almacenamiento del equipo de protección personal	Si	Uso adecuado de arnés, gogles, casco, botas y guantes de seguridad
Los trabajadores cuentan con información sobre los riesgos a los que están expuestos y el equipo de protección personal que deben utilizar	Si	La tasa de accidentes es baja

Brigadas

Tipo	No. brigadistas	Jefe de brigada	Equipo con el que cuentan	Capacitación (periodo, duración)
Brigada de evacuación	No			
Brigada de primeros auxilios	No			
Brigadas de prevención y combate de incendio	No			
Brigada de búsqueda y rescate	No			

Señalización

Indicador	Cumple	Observaciones	Fotografía
Se ubican las señales de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores a los que están destinados y se evita que sean obstruidas.	Si	Señalización de peligro en áreas con riesgo mecánico y eléctrico	
Se identifican y señalan las áreas en donde se requiera el uso obligatorio del Equipo de Protección personal correspondiente.	Si	Son visibles	

<p>Se garantiza que la aplicación del código de colores, señalización y la identificación en la tubería están sujetas a un mantenimiento que asegure en todo momento su visibilidad y legibilidad.</p>	<p>Si</p>	<p>La nomenclatura es básica, son 5 colores en el caso de tuberías: gris, blanco, azul pantene, amarillo y anaranjado</p>	
<p>Se identifican los depósitos, recipientes y áreas que contengan sustancias químicas peligrosas o los residuos de éstas.</p>	<p>Si</p>	<p>Especificamente en el caso de aceite usado</p>	
<p>Se encuentran señaladas las rutas de evacuación</p>	<p>No</p>	<p>Se pierde por no estar actualizando las señalizaciones</p>	
<p>Se encuentran señaladas las zonas de peligro</p>	<p>Si</p>	<p>Visibles</p>	

Se encuentran señalados la ubicación de los extintores	No	Se requiere actualizar	
Se encuentran señalados la ubicación de los lavaojos	No	No se encuentra en planta físicamente un área para tal efecto	

Riesgos generales

Riesgo	Origen	Medidas preventivas en la PTAR	Medidas correctivas
Infecciones	Contacto de patógenos con piel, ojos, quemaduras, cortadas, raspones y boca	Kit de primeros auxilios, baños habilitados de operación, administración y mantenimiento	Se cuenta con servicio médico y de enfermería
Daño físico	Ahogamiento	No	
	Caídas y resbalones	Áreas de trabajo con problemas de suelo	Servicio médico
Fuego	Almacenamiento inadecuado de materiales y químicos junto a una fuente de ignición	Espacios de almacén cerrados sin acceso a todo personal y limpieza de áreas comunes	Colocación de extintores en talleres y almacén

Exposición a químicos, gases vapores tóxicos, corrosivos nocivos	Químicos	Almacén de reactivos debidamente resguardado y traslado de reactivos con precaución	
	Reacciones químicas	En el caso del manejo de gas cloro, se cuenta con equipo autónomo y kit B para contención de fugas	Desde hace 5 años se encuentra en servicio la torre de neutralización de gas cloro, para contención de fuga
	Desechos industriales	No	
	Laboratorio	Se cuenta con campana de extracción de gases y ventilación forzada instalada recientemente	Instalada y en servicio regadera de emergencia
Descargas eléctricas	Equipo defectuoso	Revisión de condiciones de operación de los diversos equipos eléctricos	Cambio de equipo en mal estado, y mantenimiento correctivo a los mismos
	Aterrizado en forma inadecuada	Revisión continua del aterrizaje a tierra	
	Aislamiento insuficiente	existen diversas conexiones, empalmes y sistemas de protección dañados	Cambio de cable dañado y piezas en mal estado
	Cortocircuito	Se cuenta con estudio de cortocircuito de la red eléctrica de la PTAR	

Atención médica

Requisito	Cumple	Observaciones	Fotografía

Cuenta la PTAR con enfermería	Si	El servicio de enfermería tiene 2 años	
Cuenta la PTAR con médico de planta	Si	El servicio es sobre todo en el primer turno	
Cuenta la PTAR con paramédico	No		
Distancia a la atención hospitalaria más cercana	Si	Por parte del ISSSTE a 30 minutos en coche del hospital más cercano	

Riesgos sanitarios

Requisito	Cumple	Observaciones	Fotografía
Esquema de vacunación de trabajadores	Si	En la planta mencionaron que si se les solicita Influenza, tétanos a cada trabajador en la unidad médica, sin embargo, esto no pudo ser confirmado por el personal.	

Vacuna específica solicitada por PTAR	Si	Influenza, sin embargo esto no fue confirmado por el personal de la planta	
Uso de ropa y zapatos adecuados	Si	Dieléctrico en el caso de electricistas y con casquillo en el caso de mecánicos y soldadores	
Uso de guantes	Si	En el área de laboratorio	
Uso de mascarilla	No		
Uso de lentes transparentes	Si	Se entregan en general para todos los trabajadores, no se confirmó con el personal de la planta	
Uso de casco	Si	Ajustable	
Lugar designado para consumo de alimentos	Si	Existen áreas de descanso en las cuales se consumen alimentos	
Zonas para fumar	Si	No hay señalización pero la planta presenta una Buena ventilación	

Uso de gel antibacterial	Si	Se suministra de forma periódica a todos los trabajadores	
Disposición de guantes y mascarillas	Si	De carnaza, dieléctricos y de asbesto para manejo de material a alta temperatura en laboratorio	
Desinfección de material de trabajo y ropa	No		
Uso de duchas al terminar el turno	Si	Se cuenta con regaderas en Mantenimiento y operación, independientes con agua caliente	

Riesgos químicos

Requisito	Cumple	Observaciones	Fotografía
Almacén de productos ventilados	Si	almacén principal	

Separación de productos químicos	Si	En el caso de reactivos para laboratorio	
Uso de máscara con filtros apropiados	Si	Proporcionada junto con equipo de seguridad	
Uso de guantes de látex o neopreno	Si	específicamente para laboratorio	
Uso de lentes transparentes	Si	En el caso de soldadores se complementa con careta para soldar, sin embargo, no se confirmó con el personal	
Uso de botas de hule	Si	De 3 tipos: cortas, pantaloneras y de peto, hasta el pecho, sin embargo, no se confirmó con el personal	

Riesgos con gases orgánicos

Requisito	Cumple	Observaciones	Fotografía
Equipo portátil de medición de concentración de gases orgánicos	No	Algunas veces solicitado en calidad de préstamo	
Arnés de seguridad	Si	para cuadrillas de mecánicos y	

		soldadores, sin embargo, no se confirmó con el personal	
Uso de máscara con filtros apropiados	Si		
Trabajo en equipo	Si	Para eficientar la reparación de fugas en línea principal de distribución de agua tratada	

Riesgos de caídas

Requisito de seguridad	Cumple	Observaciones	Fotografía
Arnés de seguridad	SI	Especificamente cuadrilla mecánicos soldadores	
Chaleco salvavidas	No	Se requiere en las diversas áreas de proceso	
Trabajo en equipo	Si	Filosofía de trabajo: nunca laborar solo por cualquier eventualidad	

Riesgos eléctricos

Requisito de seguridad	Cumple	Observaciones	Fotografía
-------------------------------	---------------	----------------------	-------------------

Requisito de seguridad	Cumple	Observaciones	Fotografía
Equipos y tableros aterrizados	Si	Necesario para la correcta operación de los equipos	
Zapatos aislantes	Si	En el caso de cuadrilla eléctricos, embargo, no se confirmó con el personal	
Casco	Si	Con ajuste y protección adecuada	
Lentes de seguridad	Si		
Herramientas especiales para electricidad	Si	Desarmadores, pinzas entre otras	

Riesgos con sopladores

Requisito de seguridad	Cumple	Observaciones	Fotografía
------------------------	--------	---------------	------------

Sonómetro	No	No se cuenta con equipo para medir decibeles de ruido	
Casco	Si		
Protectores auditivos	No	Se requieren con cubreóídos, los suministrados son de tipo insertivo	
Guantes aislantes	No		

Riesgos con equipos pesados

Requisito de seguridad	Cumple	Observaciones	Fotografía
Zapato de seguridad	Si	Se suministran 2 pares en el transcurso del año	
Casco	Si		
Faja	Si	Con fijación a los hombros	
Guantes de carnaza o de malla metálica	Si		
Trabajo en equipo	Si	Para eficientar la labor	
Uso de equipo de levantamiento mecánico	Si	Con grúa viajera o polipasto y/o en su defecto con diferencial	

Actividades en PTAR que involucran riesgos

Extracción de sólidos en rejillas mecanizadas	
Frecuencia	1 vez por turno
No. personas que lo realizan	De 1 a 2 personas
Describa la secuencia operativa (metodología)	Retiro con pala o bieldo de los materiales que no caen dentro del contenedor
Describa el equipo de protección personal utilizado	Guantes, fajas, gogles
Medidas de higiene personal y descontaminación del área	Con acceso a regaderas por personal que realiza la labor correspondiente
Medición de parámetros en sistemas biológicos	
Frecuencia	2 veces en el transcurso del día
No. personas que lo realizan	En equipos de 2 a 3 personas
Describa la secuencia operativa (metodología)	Toma de muestra simple o compuesta, determinación de parámetros en laboratorio y limpieza de materiales utilizados
Describa el equipo de protección personal utilizado	Bata, guantes de neopreno y de asbesto; así como uso de cubreojos o careta
Medidas de higiene personal y descontaminación del área	Regadera contra derrames habilitada
Mantenimiento y limpieza de agitadores en sistemas biológicos	
Frecuencia	1 vez a la semana
No. personas que lo realizan	2 personas
Describa la secuencia operativa (metodología)	Se para el equipo y se limpia con cepillo el contorno del agitador
Describa el equipo de protección personal utilizado	Guantes, uniforme, faja y casco de protección
Medidas de higiene personal y descontaminación del área	Con acceso a regaderas

Vaciado de unidad de proceso	
Frecuencia	1 vez cada 3 meses
No. personas que lo realizan	De 3 a 4 personas
Describa la secuencia operativa (metodología)	Vaciado de algún tanque primario o secundario por mantenimiento, barrido y limpieza de lodo, reparación y puesta en servicio
Describa el equipo de protección personal utilizado	Escalera, uniforme, guantes, faja, casco, mascarilla y cubreojos
Medidas de higiene personal y descontaminación del área	Con acceso a regaderas
Control de bombas para diferentes pasos del proceso	
Frecuencia	1 vez por turno
No. personas que lo realizan	De 1 a 2 personas
Describa la secuencia operativa (metodología)	Paro de bomba, revisión de la condición de equipo motor, arrancador, bomba, reparación y puesta en marcha
Describa el equipo de protección personal utilizado	Guantes, faja, casco, cubreojos y zapatos industrial
Medidas de higiene personal y descontaminación del área	Limpieza del área correspondiente y acceso a regaderas
Disposición de grasas y aceites	
Frecuencia	1 vez cada 6 meses
No. personas que lo realizan	De 2 a 4 personas
Describa la secuencia operativa (metodología)	Paro de equipo soplador, retiro de aceite en uso, cambio de aceite, disposición en contenedores de aceite usado, puesta en marcha del equipo soplador
Describa el equipo de protección personal utilizado	Guantes, faja, uniforme, zapato industrial, casco y cubreojos
Medidas de higiene personal y descontaminación del área	Se debe dejar libre de grasa o aceite el área de proceso
Cámara de mezcla y depósitos de productos químicos	
Productos que se manipulan	

Tareas que se realizan	
No. personas que lo realizan	
Frecuencia	
Describa la secuencia operativa (metodología)	
Describa el equipo de protección personal utilizado	
Medidas de higiene personal y descontaminación del área	
Control de tableros eléctricos	
Frecuencia	1 vez por turno
No. personas que lo realizan	De 1 a 2 personas
Describa la secuencia operativa (metodología)	Paro del equipo, revisión y reparación de falla en tablero, puesta en servicio nuevamente
Describa el equipo de protección personal utilizado	Casco, guantes, cubreojos y zapato dieléctrico
Medidas de higiene personal y descontaminación del área	Limpieza del área correspondiente



ANEXO IV

FORMATO 11: EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS

Nombre de la PTAR	CERRO DE LA ESTRELLA
--------------------------	-----------------------------

Equipo/ Descripción	Número, nombre o clave del equipo	Características	Ubicación	Cantidad	Potencia	Tiempo de uso	Fotografía
Flujómetro	Sin dato	Hanna 110-130 V 50 Hz	Canal de entrada	2	13 Bar	Fuera de operación	
Motor	5621000526000221	WEG Modelo 00118ET3EM143TCW 230-460 V 1750 rpm	Sedimentador primario Norte 1	1	1HP	Sin dato	
Motor	5621000700000090	Modelo MAG-450-35 1750 rpm equipo sin eje	Sedimentador primario Norte 3	1	0.5 HP	Fuera de operación	
Motor	1420800380000193	Modelo MAG 12/10 equipo sin eje	Sedimentador primario Norte 6	1	0.5 HP	Fuera de operación	
Motor	1420800360000043	Modelo MAG 20/100 equipo sin eje	Sedimentador primario Norte 7	1	0.75 HP	Fuera de operación	
Motor	4752548	Modelo MAG 20/100 equipo sin eje	Sedimentador primario Norte 8	1	0.5 HP	Fuera de operación	

Subestación eléctrica	566100029002629	Zettrak	Sedimentador primario Norte	1	500 kVA	Sin dato		
Transformador	56610000168156	Schneider Electric	Sedimentador primario Norte	2	750 kVA	Sin dato		
Agitador	142080036000017	Agitador Hyperclassic Tipo HCM marca INVENT 2500 mm diámetro 25 rpm con motor FLENDER	Reactor biológico Norte	8	4.0/4.8 kW	Fuera de operación		
Centro de control de motores (CCM)	Sin dato	Marca ABB Control de los agitadores	Reactor biológico Norte	1	Sin datos	Fuera de operación		
Motor	5621000508006771	WEG Modelo 02009ET3EM324TW 460 V 60 Hz	Torre de enfriamiento	3	20 HP	Fuera de operación		
Bombas	5621000064001309	Sin datos	Torre de enfriamiento	2	Sin datos	Fuera de operación		
Compresor centrífugo	5621000744800249	Howden Compresor centrífugo de una etapa TURBLEX No. Serie 4992 Modelo KA44SV-GL225 Capacidad 36,600 m³/h Presión de diseño de entrada 11.11 PSIA	Sala de sopladores Norte	2	900 HP	Sin dato		
Compresor centrífugo	1420800522000159	TURBLEX Compresor de aire No. Serie 3337 Modelo KA44V-GA250 Capacidad variable 14,440-36,100 m³/h Motor de inducción SIEMENS No. Serie 1511568328013 Tipo CG	Sala de sopladores Norte	3	900 HP	Sin dato		
Centro de control de motores (CCM)	Sin dato	Allen-Bradley	Sala de sopladores Norte	2		Sin dato		

Tablero de potencia	Sin dato	Gabinete Tipo NEMA Schneider Electric Tablero de distribución de baja potencia 440-480 V 1600 A	Casetta junto a sedimentador secundario Norte	1		Sin dato	
Tablero de potencia	Sin dato	SIEMENS Tipo 8PX-2000 Referencia 100C-0025385 60 Hz 600 A Capacidad de corto circuito 42 kA	Casetta junto a sedimentador secundario Norte	1		Sin dato	
Motor	1421600604	Motor trifásico de inducción de alta eficiencia cerrado SIEMENS 230/460 V 126/63 A	Sótano sedimentador secundario Norte	6	40 HP	Fuera de operación	
Motor	Sin dato	Motor trifásico IEM 230/460 V 60 Hz	Sótano sedimentador secundario Norte	11	29 kW	2 en funcionamiento 9 fuera de operación	
Arrancador	1330000008000289	Arrancador a voltaje reducido Siemens 440 VCA 60 Hz	Sótano sedimentador secundario Norte	1 SIEMENS, los otros 3 no tienen datos	50 HP	Fuera de operación	
Motor	1420800360000206	WEG MAG 450-35 230-460 V 1750 rpm	Sedimentador secundario Norte	8	3 de 0.5 HP 3 de 0.75 HP 1 de 1 HP 2 sin dato	5 fuera de operación	
Tablero de control local	1330000008002110	Sin datos	Cloradores Norte	1	sin dato	Fuera de operación	
Motor	1420800094000269	Motor para dosificadores de cloro y compuertas Sin dato	Cloradores Norte	2	Sin dato	Fuera de operación	
Bomba vertical	1420800050002057	Modelo 14MS/1E 300 L/s 220/440 V	Salida cloradores Norte	1	50 HP	Fuera de operación	
Rejilla automática fina	1060200504000001	Criba Serial: CERO73107.I.1 Inclinación 75° Mahr Bar Screen 230/460 V, trifásico, 60 Hz Capacidad 1.75 m ³ /s Espacio entre barras 6 mm Motor: Mobil 600XP Serial: 880298992.07.07.001	Canal de entrada	1	3 HP	Fuera de operación	

Controlador media tensión	1330000008001611	Gabinete Tipo NEMA ISO-flex 4 Tablero metal-clad Schneider Electric 600 A Tensión nominal 14.16 kV	Sala de sopladores Sur	1	300 HP	Sin dato	
Gabinete arrancador	13300008001978	Marca: BSM (Bombas Sumergibles Mexicanas) Clase 5 100 A 127 V	Sala de sopladores Sur	4	300 HP	1 fuera de operación	
Soplador centrífugo	Sin dato	Hoffman Centrifugal Blower Modelo 76107A Serie 1089044	Sala de sopladores Sur	2	Sin dato	Fuera de operación una con motor y una sin motor	
Soplador centrífugo	1420800522000027	Hoffman Centrifugal Blower Modelo 76/07 ADO Serie 10809046X Vol. aire 5400 ICFM Presión 7 PSIG Motor trifásico Modelo A19327	Sala de sopladores Sur	1	300 HP	Sin dato	
Soplador centrífugo	1420800522000207	Hoffman centrifugal Blower Motor WEG 60 Hz	Sala de sopladores Sur	1	300 HP	Sin dato	
Agitador	1420800360000190	Agitador Hyperclassic Tipo HCM marca INVENT 2500 mm diámetro 25 rpm con motor FLENDER	Sedimentador Primario 13 y 14 (Sur)	2	7.5-9 kW	Fuera de operación	
Panel de arranque	Sin dato	Sin datos visibles	Sótano Reactores biológicos Sur	1	Sin dato	Fuera de operación	
Agitador	1420800360000186	Agitador Hyperclassic Tipo HCM marca INVENT 2500 mm diámetro 25 rpm con motor FLENDER	Reactor biológico Sur	4	7.5-9 kW	1 fuera de operación	
Motor	562100070070000089	Motor WEG 208-230/460 V 2.50-2.32/1.16 A 60 Hz Modelo 7518EP3E143TCW Eje transmisor de potencia PD8A562100052600217 3/4 HP MAG 430/35	Sedimentador secundario Sur	4	1 de 2 HP 2 de 0.75 HP 1 de 1 HP	2019	

Motor	Sin dato	Motor trifásico de inducción IEM 230/460 V 104/52 A	Sótano sedimentador secundario Sur	15	40 HP	Fuera de operación		
Tablero de control local	1330000008001335	Sin datos	Cloradores Sur	1	sin dato	Fuera de operación		
Motor	1420800094000267	Motor para dosificadores de cloro y compuertas Siemens 60 Hz 230/460 V	Cloradores Sur	2	3 CP	Fuera de operación		
Subestación eléctrica	Sin dato	Sin dato	Área de subestación	1	1250 KVA	Fuera de operación		
Bomba	Sin dato	Westing House CABMS-1452	Cárcamo de bombeo 1. Efluente PTAR	1	300 HP	Fuera de operación		
Bomba	1421600004002714	IEM Serie 1012001	Cárcamo de bombeo 1. Efluente PTAR	1	300 HP	Sin dato		
Bomba	Sin dato	EMERSON Serie: K11-A17433-M22650-11M1	Cárcamo de bombeo 1. Efluente PTAR	1	300 HP	Sin dato		
Motor	Sin dato	Motoreductor de clarivac 440 V	Sedimentador Secundario Sur	2	5 HP	Fuera de operación		
Bomba	Sin dato	IEM Serie 1012001	Cárcamo de bombeo 2. Efluente PTAR	2	200 HP	Fuera de operación		
Bomba	Sin dato	US Motor CABMS 5626	Cárcamo de bombeo 2. Efluente PTAR	1	200 HP	Sin dato		
Bomba	Sin dato	REMSA	Cárcamo de bombeo 2. Efluente PTAR	2	200 HP	Fuera de operación		
Bomba	Sin dato	WEG NEMA Premium	Canal de salida filtros Sur	2	25 HP	Sin dato		

Transformador	Sin dato	1 transformador ZETRAK Serie 18524 tensión 23000-440/254 V 1 transformador General Electric Protec	Efluente PTAR	2	1 de 1000 KVA 1 de 500 KVA	Sin dato	
Bomba vertical	1420800050002057	Modelo 14MS/1E 300 L/s 220/440 V	Salida cloradores Norte	1	50 HP	Fuera de operación	
Polipasto	Sin dato	220/440 V	Sala de cloración	1	5 HP	Sin dato	