TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO CAMPUS TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERIA QUÍMICA

REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Implementación de técnicas de proceso y prácticas operativas para disminuir los niveles de contaminación en descargas de aguas en la empresa “LENOVO CENTRO TECNOLOGICO, S. DE R.L. DE C.V.”.

Presenta:

MARIO ALBERTO ANDRADE LEON

Número de control:
15270253

Asesor interno:
ING. LEONARDO GÓMEZ GUTIÉRREZ.

Asesor externo:
ING. YAVIDIA ELIZABETH BARRÓN LÁZARO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 16 de diciembre del 2019

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres, por todo el apoyo a lo largo de cada paso en mi vida, brindándome consejos y apoyo incondicional en todo momento, siempre cultivando la semilla de los buenos valores que nos inculcan desde casa.

A mis hermanos, familiares y amigos, por todo su apoyo, consejos y buenos momentos que me han brindado.

Al TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO CAMPUS TUXTLA GUTIÉRREZ, Por ser la entidad que me permitió continuar con mi formación profesional y prepararme para enfrentar distintos retos del ámbito laboral por retarme todos los días, sembrar la disciplina y el orgullo universitario

A mi asesor el Ingeniero Leonardo Gómez Gutiérrez por toda su ayuda, pronto asesoramiento, paciencia en el desarrollo del presente trabajo y el profesionalismo y gran conocimiento aportado para mejora del proyecto.

A mis maestros, por brindarme los conocimientos y herramientas necesarias para enfrentar los retos del mundo laboral y estar siempre disponibles para brindar apoyo en tiempos de dificultad.

A Lenovo centro tecnológico, y en especial al Ingeniero Yavidia Elizabeth Barrón Lázaro, Gerente de MFG SEA/OHS, por todo el apoyo, por compartir sus conocimientos y por darme una visión más amplia de las posibilidades y del gran campo laboral al que el Ingeniero químico puede aspirar y al Ingeniero Herón Ramos Pascacio gerente de planta por toda la información que con tanta amabilidad proporciona y sin la cual la realización del presente trabajo hubiera sido imposible.

Eternas Gracias a todos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 6
2. EMPRESA 7
2.1 ¿QUIÉN ES LENOVO? 7
2.2 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA 10
2.3 RAZÓN SOCIAL 11
2.4 COBERTURA 11
2.5 MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO 12
2.5.1 LOCALIZACIÓN 12
2.5.2 EXTENSIÓN 12
2.5.3 HIDROGRAFÍA 12
2.5.4 CLIMA 13
2.5.5 PRINCIPALES ECOSISTEMAS 13
2.5.6 RECURSOS NATURALES 13
2.5.7 CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO 13
2.5.8 POBLACIÓN 15
2.6 VALORES 15
2.7 VISIÓN, MISIÓN 15
2.8 PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO 15
3. PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZÁNDOLOS 16
4. OBJETIVO 16
4.1 OBJETIVO GENERAL: 16
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS: 17
5. JUSTIFICACIÓN 17
6. MARCO TEÓRICO 18
6.1 IMPACTO AMBIENTAL 18
6.2 REGLAMENTOS Y NORMATIVIDADES SOBRE VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES 20
6.2.1 LEY DE AGUAS NACIONALES. 20
6.2.2 LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE 21
6.2.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 22
6.3 NOM-002-SEMARNAT-1996 22
6.3.1 ESPECIFICACIONES: 25

6.4 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA 27
6.4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS. 27
6.4.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS 27
6.4.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS 29
6.4.1.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS 31
6.5 DIVERSIDAD DE AGUAS RESIDUALES. 32
6.6 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. 33
7. ORIGEN DE LAS DESCARGAS DE AGUA DE LA PLANTA 38
8. PRINCIPALES CONTAMINANTES POR ÁREA 40
8.1 ANÁLISIS DE QUÍMICOS QUE INGRESAN A DESCARGAS DE AGUA. 46
8.2 CARACTERÍSTICAS DE QUÍMICOS VERTIDOS A DRENAJE 47
9. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN DESCARGAS DE AGUA A SISTEMA DE 60
DRENAJE CPA (Corporate Properties of America) 60
10. ANÁLISIS DE ESTUDIOS FISICOQUÍMICOS DE AGUAS RESIDUALES. 61
10.1 INTRODUCCIÓN A LOS PRINCIPIOS DE LAS METODOLOGÍAS APLICADAS A ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA. 62
10.1.1 NMX-AA-051-SCFI-2016 62
10.1.2 NMX-AA-058-SCFI-2001 63
10.1.3 NMX-AA-028-SCFI-2001 63
10.1.4 NMX-AA-030/2-SCFI-2011 64
10.1.5 NMX-AA-005-SCFI-2025 64
10.1.6 NMX-AA-026-SCFI-2010 64
10.1.7 NMX-AA-029-SCFI-2001 65
10.1.8 NMX-AA-034-SCFI-2015 66
10.1.9 NMX-AA-006-SCFI-2010 66
10.1.10 NMX-AA-008-SCFI-2016 66
10.1.11 NMX-AA-007-SCFI-2013 67
10.1.12 NMX-AA-093-SCFI-2018 68
10.1.13 MÉTODO DEL VERTEDERO 69
10.2 ANÁLISIS DE ESTUDIOS FISICOQUÍMICOS DE AGUAS RESIDUALES. 69
10.2.1 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2009. 69
10.2.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2010 70
10.2.3 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2011 72
10.2.4 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2012 72

10.2.5 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2013 74
10.2.6 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2014 76
10.2.7 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2015 77
10.2.8 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2016 79
10.2.9 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2018 81
10.2.10 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2019 83
10.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS DE ESTUDIOS 85
FISICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES 85
10.4 ANÁLISIS DE DATOS DE NIVELES DE CONTAMINANTES EN AGUAS DEL CENTRO TECNOLÓGICO LENOVO 94
11. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (PTAR) 96
12. LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE LA PTAR 97
13. TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MÁS ÓPTIMA. 100
14. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA 111
CONCLUSIÓN. 113
COMPETENCIAS DESARROLLADAS. 114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: 115
ANEXO #1 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996 122
ANEXO #2 MUESTREO EN SITU 134
ANEXO #3 REPORTE DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUAS RESIDUALES DEL MES DE NOVIEMBRE (MÁS RECIENTE). 140
ANEXO #3 EJEMPLOS FACTIBLES PLANTAS MODULARES 144

1. INTRODUCCIÓN.

El agua es uno de los elementos naturales que se encuentra en mayor cantidad en el planeta tierra. Es un gran responsable de la posibilidad de desarrollo de distintas formas de vida: vegetales, animales y del ser humano. Los organismos de todos los seres vivos están compuestos de agua en su mayor proporción, siendo que ésta es la que compone los músculos, órganos y diferentes tejidos. Por esto, sin agua no es posible que exista la vida.

Uno de los mayores problemas en nuestro país y en el mundo actualmente es los escases de agua dulce y potable por saneamiento. A esto sumarle el problema de la contaminación del agua, se maximiza el problema y empeora el panorama. La contaminación se produce por los residuos vertidos, los fertilizantes, pesticidas, químicos que desembocan en aguas dulces y saladas.

Las aguas residuales deben ser tratadas antes de ser vertidas a la naturaleza por dos razones fundamentales. Primera, para defender la salud pública y el medio ambiente y segunda, poder reutilizar y aprovechar las aguas tratadas para otros fines, como en algunas actividades humanas que necesitan el consumo de agua y no necesariamente tengan que ser con agua potable, como el riego de áreas verdes, para usos industriales o de servicios como lo son limpieza de zonas industriales, lavado de equipos, mantenimiento de equipos de proceso, inmuebles, edificaciones, etc.

Actualmente en la industria es de suma importancia que toda empresa siga ciertos lineamientos y normas para sus descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, estas normas establecen los límites máximos permisibles para cada uno de los casos existentes para las industrias.

La industria de la microelectrónica es probablemente la de más rápido crecimiento y la que más variaciones tiene debido a los avances tecnológicos. Esto conduce a un aumento en el uso del agua ya sea por proceso, necesidad sanitaria uso en comedores, riego, mantenimiento, etc. Generando mayor cantidad de aguas residuales las cuales

deben ser controladas y tratadas bajo los estándares de las normatividades establecidas, en México las normas aplicadas a descargas de agua son:

•NOM-001-SEMARNAT-1996

•NOM-002-SEMARNAT-1996 (Normatividad aplicada a la descarga de aguas residuales de Lenovo centro tecnológico)

•NOM-003-SEMARNAT-1997

En la industria de la microelectrónica una de las empresas más grandes y reconocidas en México es LENOVO como empresa internacional es un líder mundial en el suministro de tecnología innovadora para el consumidor, comercial y empresarial dando a sus clientes servicios y productos de calidad, cumpliendo y superando las expectativas.

2. EMPRESA

2.1 ¿QUIÉN ES LENOVO?

Lenovo es una empresa global de Fortune 500 y líder en el suministro de consumidores innovadores, comerciales y empresariales en más de 160 países. Nuestra cartera de productos seguros y de alta calidad cubre PC, estaciones de trabajo, servidores, almacenamiento y una familia de productos móviles como smartphones y tabletas. Los negocios de Lenovo se basan en la innovación de productos, en una cadena de suministro global altamente eficiente y en una sólida ejecución estratégica.

Lenovo está comprometida con una administración ambiental responsable en todas nuestras actividades comerciales. La política corporativa de Lenovo sobre asuntos medioambientales está respaldada por el sistema de gestión medioambiental mundial ISO 14001 registrado por la compañía, que es clave para nuestros esfuerzos para lograr resultados consistentes con el liderazgo ambiental y asegura que la compañía esté atenta a proteger el medio ambiente en todas nuestras operaciones en todo el mundo.

Lenovo Planta Monterrey determinar las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos de su sistema de gestión ambiental. Estas cuestiones incluyen las condiciones ambientales capaces de afectar o de verse afectadas por la organización.

Lenovo Planta Monterrey industria microelectrónica responsable con el medio ambiente, con prevención ante la contaminación ya que busca y aplica procesos, practicas, materiales o productos que ayuden a evitar, reducir, o controlar la contaminación, que pueden incluir el proceso de reciclado, tratamientos, cambios de proceso, uso eficaz y productivo de los recursos y sustitución de materiales.

Su política ambiental:

"*Como ciudadano global, Lenovo se esfuerza por mostrar liderazgo en asuntos medioambientales en todas sus actividades comerciales y ofrecer soluciones innovadoras a largo plazo para apoyar a nuestros clientes. Los requisitos listados a continuación apoyan este objetivo y aplican a las operaciones mundiales de Lenovo. Cada organización de Lenovo debe apoyar esta política y cada gerente y empleado, así como cualquier contratista que realice trabajos en nombre de Lenovo, asumirá una responsabilidad personal por los objetivos establecidos en este documento.*

Cumplimiento: *Cumplir o exceder todos los requisitos ambientales aplicables a todas las actividades, productos y servicios de Lenovo, incluidos los requisitos legales, estándares y compromisos voluntarios a los que Lenovo se suscribe.*

Protección del medio ambiente:

• *Conservar los recursos naturales desarrollando productos y envases que minimicen el uso de materiales, promuevan el uso de materiales reciclados o preferibles para el*

medio ambiente y que maximicen las oportunidades de reutilización y reciclaje al final de la vida del producto.

- *Desarrollar, fabricar y comercializar productos que sean energéticamente eficientes y que minimicen su impacto en el medioambiente.*
- *Proporcionar hardware, software y soluciones basadas en la nube innovadoras para permitir la eficiencia energética a nuestros clientes y sus comunidades.*
- *Promover servicios fiables de devolución de productos en todas las regiones en las que vendemos.*

Cadena de suministro

- *Asegurarse de que la cadena de suministro de Lenovo soporte y cumpla con los requisitos ambientales de Lenovo y los comprometa a alcanzar los objetivos y metas ambientales que respalden los objetivos a largo plazo de Lenovo.*
- *Recompensar el liderazgo en prácticas ambientales sólidas, eficiencia energética y esfuerzos de reducción de emisiones de carbono en nuestra cadena de suministro a través de nuestras prácticas de selección de compras.*

***Mejora continua**: Impulsar la innovación y mejorar continuamente el sistema de gestión ambiental de Lenovo y su desempeño con un fuerte enfoque en nuestros aspectos ambientales claves.*

Establezca objetivos y objetivos agresivos, implemente planes de acción para alcanzarlos y mida nuestro desempeño en relación con cada objetivo y objetivo para asegurarnos de mantenernos dentro de la meta.

- *Auditar las instalaciones y operaciones de Lenovo y de nuestros proveedores para asegurar que el desempeño sea consistente con nuestros compromisos establecidos.*
- *Proporcionar recursos apropiados para cumplir con estos objetivos.*

Las estrategias, políticas y lineamientos corporativos deben respaldar este compromiso de liderazgo en medio ambiente. Cada empleado y contratista de Lenovo debe seguir esta política e informar cualquier preocupación ambiental, de salud o de seguridad a la dirección de Lenovo, quien debe tomar medidas correctivas inmediatas."

El área encargada al cuidado ambiental y de salud y seguridad es el departamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (OHSMS) en el cual desempeño mis habilidades como ingeniero químico con el puesto de interno ambiental.

El objetivo del departamento “OHSMS” Documentar la política de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional para definir y describir el Sistema de Administración definir las autoridades y responsabilidades del personal gerencial que participa en el sistema y proveer resúmenes de los procedimientos para todos los elementos y actividades.

Presentarnos a nuestros clientes y otras partes interesadas, e informarles que controles específicos se tienen implementados para asegurar la administración de la Seguridad Industrial y Salud Ocupacional en forma responsable.

2.2 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

“Nuestro viaje comenzó humildemente en 1984 en una pequeña sala en China, cuando Legend Holdings se formó con una inversión de sólo 200.000 RMB (U$S 25.000). En 1988, abrimos nuestro negocio en Hong Kong y, en ocho años, nos convertimos en la empresa de PC´s más grande de China. En 2004, cambiamos el nombre a Lenovo.

Hoy somos una empresa multinacional de U$S 46.000 millones con 55.000 empleados que atienden a nuestros clientes en más de 160 países. En el puesto #202 de la lista Fortune 500, tenemos el orgullo de ser el mayor proveedor mundial de PC’s. Nuestra cartera ahora incluye estaciones de trabajo, servidores, soluciones de almacenamiento, software de administración IT, smart TV´s, tablets, smartphones e incluso aplicaciones.

A medida que el mundo se ha vuelto más rápido, más exigente y más competitivo, también lo ha hecho nuestro negocio. Al innovar continuamente, permitimos que nuestros clientes desafíen e inspiren a todos a su alrededor. Y los ayudamos a que sigan avanzando de una manera más interesante.

2.3 RAZÓN SOCIAL

LENOVO CENTRO TECNOLÓGICO S. DE R.L. DE C.V.

2.4 COBERTURA

Lenovo se organiza con sus operaciones en todo el mundo mediante una visión que una compañía verdaderamente global debe poder capitalizar rápidamente en cuanto a las nuevas ideas y oportunidades que surjan de cualquier lugar. A través del anterior modelo de sedes principales tradicionales y concentrándose en los centros de excelencia en todo el mundo, Lenovo aprovecha al máximo sus recursos para crear los mejores productos de la manera más eficiente y efectiva posible. Además, nuestra estructura diversa nos mantiene cerca de los clientes, permitiéndonos reaccionar con rapidez según los requisitos del mercado local.

Centros operativos

- Morrisville
- Beijing
- Singapore

Centros de investigación

- Morrisville
- Beijing
- Shenzhen
- Shanghai
- Xiamen
- Chengdu
- Japón

Centros de venta

- Morrisville
- París
- Beijing

- Singapore

Centros de fabricación

- Beijing
- Huiyang
- Shanghai
- Shenzhen
- Whitsett
- Pondicherry
- Monterrey (ubicación donde se realizó el proyecto)

2.5 MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO

2.5.1 LOCALIZACIÓN

Lenovo centro tecnológico se encuentra localizada dentro del parque industrial “Apodaca Technology Park” ubicado en el municipio de Apodaca.

Apodaca se localiza dentro del área metropolitana, al noreste de la ciudad de Monterrey de la cual dista 19 kilómetros, dentro de las coordenadas 25º47' de latitud norte y 100º11' de longitud oeste.

Se localiza a 405 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Gral. Zuazua; al sur con Guadalupe; al este con Pesquería y al oeste con San Nicolás de los Garza.

2.5.2 EXTENSIÓN

El municipio de Apodaca tiene una superficie total de 238.03 km^2.

2.5.3 HIDROGRAFÍA

El río Pesquería perteneciente a la vertiente del Golfo de México le atraviesa de oeste a este, cruzando la colonia Moisés Sáenz y los poblados Santa Rosa y Agua Fría. Igualmente le recorren los arroyos de Topo Chico y Talaverna que cruzan por El Mezquital y la colonia Mixcoac, respectivamente.

En el poblado Santa Rosa, existe el manantial llamado El Infiernillo, y en el poblado de Huinalá, Charco Azul. En las localidades Moisés Sáenz y Huinalá se cuenta con pozos profundos.

2.5.4 CLIMA

La información climatológica tiene una gran utilidad para el diseño del drenaje pluvial de algún proyecto, impacto en la seguridad y en la manera en la que podría alterar a la tecnología que se aplique para la solución del problema establecido.

El clima del municipio es extremoso, la temperatura media anual es de 18°C; la temperatura mínima registrada en invierno es de 2° bajo cero, y en verano de 42°C. Los vientos dominantes provienen del oeste y sureste. En invierno predominan los vientos del Norte.

2.5.5 PRINCIPALES ECOSISTEMAS

- Flora: Mezquite, huizache, uña de gato, cenizo, anacua, anacahuita, granjeno, chaparro prieto, nopales, etc.
- Fauna: Conejos, liebres, tuzas, coyotes, tlacuaches, patos, palomas, distintas aves canoras, rapaces y reptiles, etc. Además, en el Ojo de Agua, hay un pez cuya especie es única en el mundo, llamado "Platy Apodaca"

2.5.6 RECURSOS NATURALES

Sus recursos hidrológicos es lo más importante de sus recursos naturales beneficiando ampliamente sus áreas de cultivo. Ello permite usar potencialmente el suelo como recurso natural para la producción agrícola.

2.5.7 CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO

El suelo de este municipio está constituido en su gran mayoría, por los tipos de rendzina, castañozem, ferozem, litosol y, en menor grado por fluvisol, vertisol y regosol. El uso potencial del suelo está dedicado a la agricultura 34.04 hectáreas, a la ganadería 147.16 hectáreas y con un área de 2.25 hectáreas destinadas al área urbana. La tenencia de la

tierra es ostentada como propiedad privada en primer lugar, seguida por la propiedad federal, estatal y municipal.

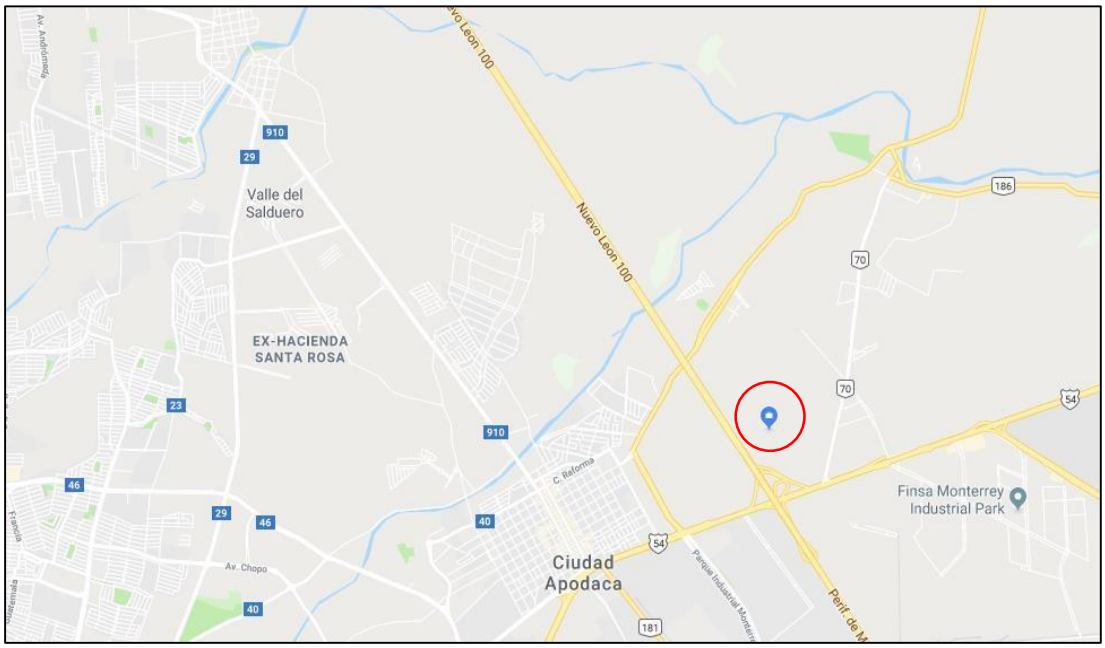


Figura 1. Croquis de ubicación del centro tecnológico Lenovo.

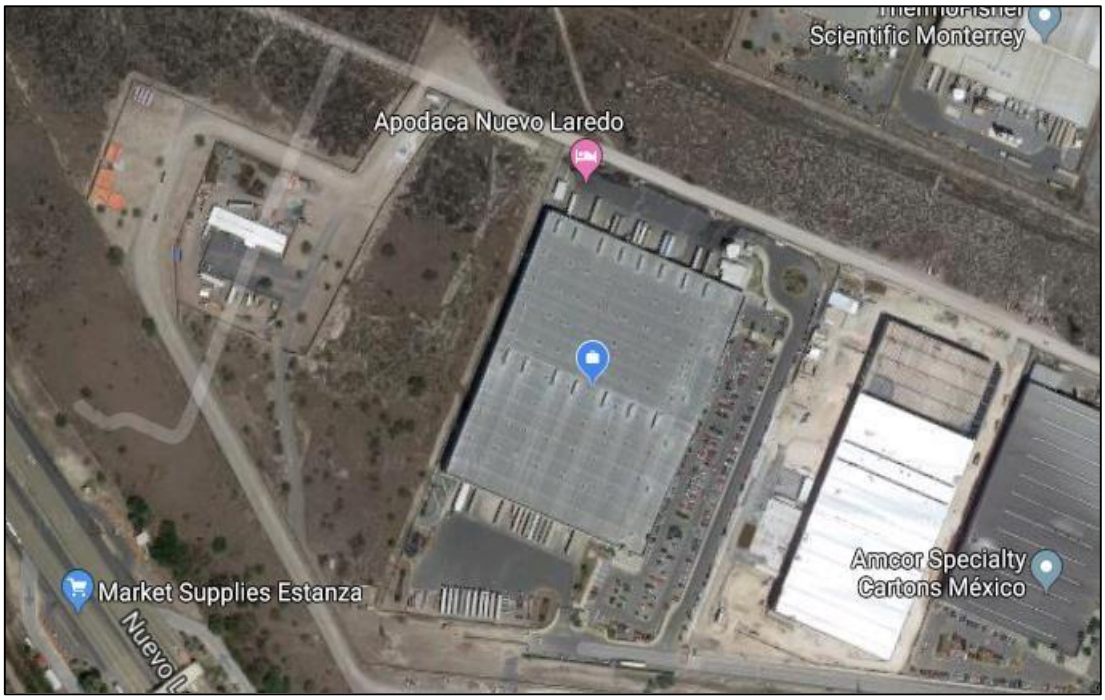


Figura 2. Vista satelital del centro tecnológico Lenovo.

2.5.8 POBLACIÓN

La población total en planta para el último mes captado es de 4530 empleados contratados, esto dividido en 2 turnos de 12 horas, por lo tanto, la visión de captación de agua residual es lo generado por un total de 2265 habitantes/trabajadores durante el turno.

2.6 VALORES

- El servicio a nuestros clientes
- La confianza y la integridad
- El trabajo en equipo en las diferentes culturas
- La innovación y el espíritu emprendedor

2.7 VISIÓN, MISIÓN

En Lenovo, nuestra visión es la de fabricar dispositivos personales que más personas deseen tener, una cultura a la que más gente quiera pertenecer y un negocio confiable y perdurable que sea respetado en todo el mundo. Esta visión nos guía hacia nuestra misión de convertirnos en una de las compañías de tecnología personal más grande del mundo

Lo logramos a través de:

- Computadoras personales: liderar en el mercado de las PC y ser respetados por nuestra innovación y calidad de los productos
- Convergencia: Liderar la industria con un ecosistema de dispositivos, servicios, aplicaciones y contenido para que la gente se conecte sin problemas con sus amigos y familia y con el contenido Web.
- Cultura: Ser reconocidos como una de las mejores compañías, la más confiable y respetable para trabajar y hacer negocios.

2.8 PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO

Interno de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente para el departamento de MFG SEA/OHS “MFG Social & Environmental Accountability, Occupational Health & Safety”.

3. PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZÁNDOLOS

- Niveles de contaminantes elevados en algunos parámetros que se presentan en repetidas ocasiones en los estudios de aguas residuales.
- Regulación de parámetros de descarga de aguas residuales dictados por norma y parque industrial.

La contaminación del agua es una realidad que crece con el tiempo cada vez más y el crecimiento tan acelerado de la industria no nos favorece, sin embargo, así como se contamina nuestro deber es evitarlo ya que existen infinidad de opciones para darle un mejor uso.

Existen tratamientos muy simples y efectivos hasta los más complejos y en nosotros queda el hacer conciencia y pensar en la gran importancia que tiene este líquido vital.

4. OBJETIVO

4.1 OBJETIVO GENERAL:

Establecer las posibilidades de proponer o implementar técnicas, prácticas o tecnologías que disminuyan los niveles de contaminantes en las descargas de agua del centro tecnológico Lenovo en base a normas oficiales aplicadas a descargas de agua.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar diagnóstico del origen de las descargas de agua.
- Analizar que contaminantes son descargados por cada área de la planta.
- Realizar una caracterización de las aguas residuales por cada área de la planta.
- Recaudar información de análisis y documentación de descargas.
- Realizar pruebas para verificar el estado de las descargas de la planta.
- Revisar normatividades aplicadas a descargas de aguas residuales de la planta
- Realizar un plan de mejora para minimizar contaminantes en las descargas de agua futuras.

5. JUSTIFICACIÓN

Es importante cumplir con las normas oficiales mexicanas ya que son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, secretarias o comisiones, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones u operaciones, así como aquellas relativas a terminologías, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Las aguas residuales generadas por Lenovo planta monterrey son dirigidas por alcantarillado junto con la de las demás plantas ubicadas en el parque industrial "Apodaca Technology Park" las cuales son dirigidas a una PTAR administrada por el mismo parque dicha PTAR no les pertenece a ninguna de las plantas del complejo, el parque exige a cada una de las empresas asociadas el cumplimiento de las normas reglamentarias para descarga de agua, en sus registros de la PTAR cuentan con un control estadístico de los contaminantes según sus análisis, si en algún momento los rangos exceden los calculado para permitidos para las empresas asociadas, el parque industrial tiene el derecho de pedir los análisis fisicoquímicos de cada registro por empresa, para determinar los niveles de contaminantes descargados por estas, por reglamento del parque, la empresa que genere este incumplimiento tendrá sancionado

su registro de descarga de agua, por lo tanto la empresa infractora tendrá que tratar sus propias aguas y no podrá descargar sus aguas en el drenaje del parque industria generando gastos por el tratamiento y la disposición de toda las aguas residuales generadas.

La importancia del cumplimento de las normas es vital para no tener una perdida monetaria directa en la planta de gran nivel, por eso es importante determinar oportunidades para poder reducir lo más posible los contaminantes descargados en el alcantarillado del parque industrial.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 IMPACTO AMBIENTAL

La eliminación de aguas residuales no tratadas produce impactos ambientales negativos en los cursos de agua receptores, en función de la concentración de contaminantes que dichas aguas contengan.

Existen ciertos límites de concentración de contaminantes que pueden ser descargados a aguas y que siempre que se encuentren dentro de estos límites se iniciara un proceso de auto depuración, debido a diversos microorganismos como las bacterias y algas, ya que estos microorganismos descomponen los desechos, metabolizándolos y transformándolos en sustancias simples, como dióxido de carbono, nitrógeno, etc. El proceso se aplica a sustancias orgánicas, como detergentes y fenoles, también a algunas sustancias inorgánicas, ya que hay microorganismos capaces de absorber ciertos metales, incorporándolos a sus células.

En el caso de que las descargas contengan una alta concentración de materias toxicas, los microorganismos son destruidos y de este modo se anula la auto depuración. Además, pueden morir organismos más grandes, como peces, crustáceos, y plantas acuáticas, por intoxicación o por falta de microorganismos para alimentarse. Estos pueden intoxicar al resto de la fauna y hacer un daño a la cadena alimentaria, eventualmente llegando hasta el hombre.

Los metales pesados, las sustancias de difícil descomposición y los plaguicidas, son venenosos y tienen un efecto que no se aprecia a corto plazo, sin embargo, con el paso del tiempo se acumulan dentro del organismo hasta llegar a ser mortal. Este proceso de bioacumulación también puede ocurrir en el cuerpo humano. Por no lograr aprecia los efectos de manera inmediata, es más complejo establecer límites para el vertido de este tipo de sustancias.

Los vertidos con gran temperatura llegan a producir alteraciones significativas, ya que disminuyen la solubilidad del oxígeno en el agua y al ser disminuida también disminuye su concentración, la cual es indispensable para la vida acuática aerobia, de igual manera el aumento de temperatura acelera el metabolismo de los organismos. Si la temperatura es suficientemente alta, puede incluso matar a los microorganismos, de manera similar a la pasteurización.

Las descargas con efluentes ácidos o alcalinos matan a los microorganismos por envenenamiento por los componentes hidroxilos o hidrogeniones, por lo que las descargas de estos contaminantes no se permiten y es necesaria su neutralización previa a descargarse a las aguas.

Otro problema que resulta de las descargas es la eutrofización, es el vertido de líquidos con alto contenido de nutrientes orgánicos, tales como efluentes cloacales, nitratos y fosfatos provenientes de fertilizantes y detergentes, ya que estos producen un enriquecimiento en las aguas, resultando en un crecimiento desmedido de algas que llegan a cubrir grandes extensiones, esto para algunos no significaría un problema mayor, sin embargo, estas algas al morir se pudren y despiden malos olores que afectan a los habitantes, turistas y pescadores. Además, algunas algas producen toxinas que afectan a los peces. Otro problema de la eutrofización es que la cantidad de algas llega a atascar los filtros en las tomas de agua, o a reducir su eficiencia.

Con el paso del tiempo los restos de estas algas se van sedimentando en el lecho de los lagos, pudiendo llegar a convertirlos en un pantano. Este proceso, que en la naturaleza demoraría millones de años, puede producirse en pocas décadas por efecto de las actividades humanas, amenazando al equilibrio ecológico, por lo tanto, es necesario el tratamiento previo a las descargas de las aguas.

6.2 REGLAMENTOS Y NORMATIVIDADES SOBRE VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES

La legislación tiene ciertos límites de seguridad establecidos y normas para descargas de efluentes. Las normativas de control de descargas de aguas residuales varían de acuerdo al país.

Dichas normativas suelen aplicar a todos los establecimientos industriales sin importar el giro que o tipo de industria, establecimientos comerciales, hospitales, escuelas, clubes, etc. Si las instalaciones sobrepasan los límites máximos permisibles, deberán contar con instalaciones de tratamiento previas a su descarga, estableciéndose tramites a realizar, condiciones de ejecución de las obras, inspecciones, y matriculas que habilitan para actuar en esas obras.

Las condiciones de descarga normalmente se definen para ser descargadas a:

- Colectora cloacal
- Conducto pluvial cerrado
- Conducto pluvial abierto o curso de agua superficial
- Pozos negros o campos de drenaje no conectados a acuíferos

Las condiciones de descarga serán establecidas en cada caso particular cuando se efectúen a:

- Lagos o lagunas cerradas.
- Cursos de agua no permanentes.

6.2.1 LEY DE AGUAS NACIONALES.

Esta ley agrupa en un solo ordenamiento jurídico la legislación que en materia de aguas se encontraba dispersa, la ley concuerda con la nueva legislación en materia agraria, sanitaria de contaminación y en general, con todos los ordenamientos que se relacionan con los usos de las aguas nacionales.

Recordemos que la utilización del agua crea derechos y obligaciones entre los usuarios, por lo tanto, es necesario establecer normas jurídicas que regulen unos y otras para hacer racional el uso del agua y evitar conflictos en lo posible, considerando que el agua es el recurso natural de usos múltiples.

6.2.2 LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Esta ley sustituye a la antes ley federal de protección al ambiente, fue reformada y publicada en el diario oficial de la federación en febrero del 2005 y reglamenta las disposiciones constitutivas relativas a la prevención y restauración del equilibrio ecológico. Establecidas en el tercer párrafo del artículo 27 constitucional.

Este es un conjunto de normas jurídicas que contienen criterios ambientales de carácter global que regulan la conservación y mejoramiento del ambiente. Las disposiciones que contiene esta ley tienen la característica de ser de orden público social y rigen en el territorio nacional y en zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Tiene como objetivo establecer las bases para:

- Definir los principios de la política ecológica general.
- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente
- La preservación y el control de la contaminación del aire, agua, suelo
- La concurrencia en la materia del gobierno federal, los estatales y municipales.

Ley federal de derechos de materia de agua

Se publicó en el mes de julio de 1991, para entrar en vigor en octubre del mismo año. Esta ley establece las disposiciones generales para el pago de derechos por el uso de los bienes del dominio público de la nación, así como por recibir servicios que presta el estado en sus funciones de derecho público, excepto cuando se presten por organismos descentralizados. También son derechos las contribuciones a cargo de los organismos público descentralizados por prestar servicios de uso exclusivo del estado.

- Establece las cuotas por los servicios de trámite y expedición de asignaciones, concesiones, autorizaciones o permisos para usar o aprovechar aguas nacionales, o descarga de agua residual.
- Establece las cuotas por el uso o aprovechamiento de aguas nacionales (agua de abastecimiento), de conformidad con la división territorial que para el caso se determina en el artículo 231 de dicha ley. La división territorial determina cuatro zonas de disponibilidad. Las cuotas se establecen tomando en cuenta el uso a que se destine el recurso.
- Se establecen cuotas por el uso o goce de inmuebles como: zona federal marítimo- terrestre, los diques, causes, vasos, zonas de corrientes, depósitos de propiedad nacional y otros inmuebles del dominio público.

6.2.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Son entendidas como un conjunto de reglas científicas o tecnológicas emitidas por la secretaria del medio ambiente, recursos naturales y pesca urbano, que establecen los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo de las actividades o uso y destino de bienes, que causen o puedan causar desequilibrio ecológico o daño al ambiente

El objetivo de estar normas es unificar los principios y los criterios, delas políticas y estrategias en materia ambiental, determinado los parámetros de emisión dentro de los cuales se garanticen las condiciones necesarias para el bienestar de la población, así como el de asegurar la prevención y restauración del equilibrio ecológico, protegiendo además al ambiente.

6.3 NOM-002-SEMARNAT-1996

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-SEMARNAT-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE

AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL.

En esta norma oficial mexicana se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni alas generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.

Referencias:

- Norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el diario oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.
- Norma oficial mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- Norma Mexicana NMX-AA-003 Aguas residuales-Muestreo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.
- Norma Mexicana NMX-AA-004 Aguas-determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales-Método del cono imhoff, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de septiembre de 1977.
- Norma Mexicana NMX-AA-005 Aguas-determinación de grasas y aceites-Método de extracción soxhlet, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 1980.
- Norma Mexicana NMX-AA-006 Aguas-determinación de materia flotante-Método visual con malla específica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de diciembre de 1973.

- Norma Mexicana NMX-AA-007 Aguas-determinación de la temperatura-Método visual con termómetro, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de julio de 1980.
- Norma Mexicana NMX-AA-008 Aguas-determinación de pH-Método potenciométrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de octubre de 1980.
- Norma Mexicana NMX-AA-044 Aguas-Análisis de agua-determinación de Cromo Hexavalente-Método colorimétrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-046 Aguas-determinación de arsénico en agua, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de abril de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-051 Aguas-determinación de metales-Método espectrofotométrico de absorción atómica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de febrero de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-057 Aguas-determinación de plomo-Método colorimétrico de la ditizona, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de septiembre de 1981.
- Norma Mexicana NMX-AA-058 Aguas-determinación de cianuros-Método colorimétrico y titulométrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de diciembre de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-060 Aguas-determinación de cadmio-Método de la ditizona, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de abril de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-064 Aguas-determinación de mercurio-Método de la ditizona, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de marzo de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-066 Aguas-determinación de cobre-Método de la neocuproína, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de marzo de 1982.
- Norma Mexicana nMX-AA-076 Aguas - determinación de níquel, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1982.
- Norma Mexicana nMX-AA-078 Aguas-determinación de zinc, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 1982.

PARÁMETRO	NOM. DE REFERENCIA	PARÁMETRO	NOM. DE REFERENCIA
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2013.	Nitrógeno total	NMX-AA-026-SCFI-2010
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001.	Cloro residual libre	NMX-AA-108-SCFI-2001
Conductividad	NMX-AA-093-SCFI-2000.	Oxígeno disuelto	NMX-AA-012-SCFI-2001
Nitratos	NMX-AA-099-SCFI-2006	DQO	NMX-AA-030-SCFI-2001
Nitritos	NMX-AA-099-SCFI-2006	DBO_5	NMX-AA-028-SCFI-2001
Fósforo total	NMX-AA-029-SCFI-2001	Sólidos y sales disueltas	NMX-AA-034-SCFI-2001
Cromo Hexavalente	NMX-AA-044-SFCI-2001	Sólidos sedimentables	MNX-AA-004-SCFI-2013
Cobre	NMX-AA-066-SCFI-1981	Material flotante	NMX-AA-006-SCFI-2000
Nitrógeno amoniacal	NMX-AA-026-SCFI-2010	Cadmio	NMX-AA-060-1981
Níquel	NMX-AA-026-SCFI-2010	Mercurio	NMX-AA-064-1981
Zinc	NMX-AA-078-SCFI-1982	Cianuros	NMX-AA-058-1SCFI-2001
Cianuros	NMX-AA-078-SCFI-2001	Arsénico	NMX-AA-046-1981

6.3.1 ESPECIFICACIONES:

Los límites máximos permisibles para contaminantes de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, no deben ser superiores a los indicados en la tabla 1. Para las grasas y aceites es el promedio ponderado en función del caudal, resultante de los análisis practicados a cada una de las muestras simples.

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES			
Parámetros (miligramos por litro).	Promedio mensual	Promedio diario	Instantáneo
Grasa y aceites	50	75	100
Solidos sedimentables(ml/L)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo hexavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

Tabla 1. Límites máximos permisibles NOM-002-SEMARNAT-1996

- Los límites máximos permisibles establecidos en la columna instantáneo, son únicamente valores de referencia, en el caso de que el valor de cualquier análisis exceda el instantáneo, el responsable de la descarga queda obligado a presentar a la autoridad competente en el tiempo y forma que establezcan los ordenamientos legales locales, los promedios diario y mensual, así como los resultados de laboratorio de los análisis que los respaldan.

- El rango permisible de pH (potencial hidrógeno) en las descargas de aguas residuales es de 10 (diez) y 5.5 (cinco puntos cinco) unidades, determinado para cada una de las muestras simples. Las unidades de pH no deberán estar fuera del intervalo permisible, en ninguna de las muestras simples.

- El límite máximo permisible de la temperatura es de 40°C. (cuarenta grados Celsius), medida en forma instantánea a cada una de las muestras simples. Se permitirá descargar con temperaturas mayores, siempre y cuando se demuestre a la autoridad competente por medio de un estudio sustentado, que no daña al sistema del mismo.
- La materia flotante debe estar ausente en las descargas de aguas residuales, de acuerdo al método de prueba establecido en la norma mexicana NMX-AA-006, referida en el punto 2 de esta norma oficial mexicana.

- El límite máximo permisible para los parámetros demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, que debe cumplir el responsable de la descarga a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, son los establecidos en la tabla 2 de la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 referida en el punto 2 de esta norma, o a las condiciones particulares de descarga que corresponde cumplir a la descarga municipal.

6.4 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA

Existen ciertos parámetros característicos de aguas residuales separados en 3 grupos:

- Físicos
- Químicos
- Biológicos

6.4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS.

6.4.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Estas características se refieren a las mediciones indirectas de componentes químicos presentes en el agua que pueden o no ser tóxicos. Dentro de este tipo de parámetros se encuentran aquellos relacionados con la calidad estéticamente hablando cuya importancia reside en que el agua debe agradar a los consumidores y no provocarles desconfianzas ni prejuicios en sus instalaciones o bienes. Un factor importante son los sólidos en sus diferentes formas: materia flotante, suspendida, coloidal y disuelta; así como el olor, color y temperatura.

Solidos totales: es el material arrastrado por las aguas de suministro doméstico, industrial y agrícola durante su uso. Analíticamente son residuos que permanecen después de evaporar el agua.

Solidos disueltos: son componentes de los cuales comprenden partículas del tamaño de iones y de los coloidales, su tamaño oscila entre 10^{-3} y 1 micra y se involucra la presencia de sales disueltas en el agua. Pueden incluir sales inorgánicas (carbohidratos, bicarbonatos, cloruro, sulfatos y nitratos de sodio, potasio, calcio, magnesio o hierro) como materia orgánica.

Solidos suspendidos: son parte de los sólidos totales de las aguas residuales, son partículas mayores de una micra e incluyen a los sólidos sedimentables que son mayores a las 1º micras.

Solidos sedimentables: se aplica para los sólidos en suspensión que pueden llegar a sedimentarse en condiciones de reposo, por medio de la gravedad. Solamente se sedimentan los sólidos suspendidos gruesos, que tengan gravedad específica mayor que la del agua. Se generan lodos que son acumulaciones de solidos sedimentables.

Temperatura: es una medida relativa de la cantidad de calor contenida en el agua residual. La temperatura usualmente es mayor en las aguas residuales, esto se debe a la adición de calor que ejercen los usos domésticos e industriales. La temperatura es

muy importante porque afecta a la fauna y para acuática, la velocidad de reacción bioquímica y la trasferencia de gases. Así por ejemplo al incrementarse la temperatura, la velocidad de biodegradabilidad de compuestos orgánicos, también se incrementa, pero la solubilidad del oxígeno en el agua disminuye.

Color: el agua residual por lo general presenta un color gris cuando se genera, posteriormente se torna a un color negro, esto sucede por la actividad de los microrganismos anaerobios, ya que se descompone la materia organiza en ácido sulfúrico y metano.

El color es importante, nos proporciona a primera vista una indicación de la calidad del agua, en conjunto con el olor que emitan las aguas y su sabor determinara la aceptación por parte del consumidor. Se clasifican en dos colores, el verdadero, producido por sustancias disueltas y que es el parámetro considerado en la norma; y el aparente, provocado por el color verdadero más el efecto de los sólidos suspendidos.

Para lograr eliminar el color aparente se aplica la coagulación-floculación seguida por sedimentación. La cantidad de coagulante depende de la concentración inicial de color y de pH óptimo. En el caso del color verdadero, se recurre a sistemas más complejos como la absorción en carbón activado, oxidación y filtración en zeolitas, según sea el origen de color.

Olor: es causado por compuestos derivados de la actividad microbiana anaerobia. A nivel industrial se da dependiendo el tipo de industria, así por ejemplo la industria petrolera presenta olores característicos como el de la gasolina.

La eliminación de olor y del sabor se asocia con el tipo de compuesto que la origina. El más común en las aguas se debe al sulfato de hidrogeno, el cual se elimina por medio de la aireación. Otros compuestos más estables como el hierro requieren oxidación y sedimentación-filtración. El ozono es el método más eficaz para lograr controlar los olores y sabores de origen orgánico. Sin embargo, pueden originar subproductos con sabor de fruta y lores de naranja provenientes de lo aldehídos alifáticos.

El ozono combinado con carbón activado tiene una gran eficiencia para remover olores y sabores causados por compuestos orgánicos. Otra opción es la oxidación con cloro, dióxido de cloro, agua oxigenada o permanganato de potasio, seguido por lo general por filtración o una combinación de oxidación con adsorción en carbón activado.

Turbiedad: esta incrementa el color aparente del agua y se debe a la presencia de materia suspendida orgánica e inorgánica como sedimento, arcilla, organismos microscópicos, etc. Se mide por la pérdida de luz trasmitida a través de una muestra determinada por difracción de los rayos al chocar con las partículas, y ello depende no solo de su concentración sino también de su tamaño y forma.

6.4.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Pueden dividirse en orgánicos, inorgánicos y gases.

Orgánicos: La materia orgánica presente en las aguas residuales es de origen animal, vegetal y compuestos sintéticos orgánicos creados por el hombre. Los grupos que más abundan en las aguas residuales domesticas son las proteínas, carbohidratos, grasas y aceites. La urea que es el principal componente de la orina es otro compuesto orgánico importante, debido a que se descompone rápidamente, solo se encuentra en aguas residuales recientes. los elementos principales que constituyen la materia orgánica son carbón, hidrogeno, oxígeno y en algunos casos nitrógeno; así como cantidades menores de azufre, fosforo, hierro, calcio magnesio, sodio potasio, entre otros.

Los compuestos orgánicos en aguas residuales en ocasiones son orgánicos sintéticos como fenoles, detergentes, plaguicidas, sustancias que contienen metales pesados como plomo, mercurio y cadmio.

Demanda bioquímica de oxigeno: conocido como DBO´s, es el parámetro más usado de estimación para determinar el grado de contaminación orgánica en las aguas. Su determinación consiste en medir la variación de oxígeno disuelto en el agua a través del tiempo debido a las reacciones bioquímicas dadas por el metabolismo microbiano de la materia orgánica. Los DBO´s del agua residual da un panorama de la biodegradabilidad de la materia orgánica, de igual forma sirve para calcular la cantidad de oxigeno necesario para la estabilización de materia orgánica mediante un tratamiento biológico, los datos se emplean para medir la eficiencia de algunos procesos de tratamiento de aguas, los DBO’s es un índice importante de la calidad de los cuerpos de agua.

Demanda química de oxigeno: conocido como DQO´s, es un parámetro permite hacer una medición de manera indirecta al contenido de materia orgánica, esto gracias a la oxidación de la materia orgánica mediante un oxidante químico fuerte tal como el dicromato de potasio en medio acido a alta temperatura y en presencia de sulfato de plata como catalizador.

Los DQO´s normalmente es mayor que los DBO´s ya que mayor cantidad de sustancias son oxidadas químicamente que bioquímicamente.

Carbono orgánico total (COT): su contenido es una medida indirecta del contenido de materia orgánica. Su determinación se realiza mediante la combustión catalítica de muestras en un horno a alta temperatura y se mide en bióxido de carbono producido, esto es proporcional a la cantidad de carbono presenten la muestra. El bióxido de carbono se determina por el método de espectrometría de infrarrojo.

Alcalinidad: es la medida del contenido de iones hidroxilos, bicarbonato y carbonatos su efecto es limitante de la actividad biológica.

Nitrógeno amoniacal: es un nutriente biológico e interviene directamente en el metabolismo bacteriano, el nitrógeno amoniacal se encuentra en equilibrio con el amoniaco. El nitrógeno amoniacal no es toxico, pero el amoniaco si lo es, aunque es raro encontrar altas concentraciones en aguas de suministro El nitrógeno amoniacal proviene de los procesos metabólicos, agrícolas e industriales.

Nitratos: son nutrientes biológicos formados en fases terminales de procesos biológicos, los nitratos y nitrilos son iones presentes en la naturaleza intercambiables entre ambos a través de un gran número de reacciones químicas y biológicas. Los nitrilos nitratos se expresan en términos de nitrógeno oxidado total. En aguas superficiales y subterráneas, la concentración se da en unos cuantos mg/L, sin embargo, en las aguas subterráneas su concentración ha incrementado como resultado de la lixiviación de los fertilizantes que emplean nitrato de amonio. Los nitratos son reducidos a nitrilos por la ausencia de oxígeno. Esta reacción puede llevarse a cabo de una manera parcial o completa.

Las aguas que contienen una elevada cantidad de nitratos son potencialmente dañinas debido a su reducción en nitrito el cual bloquea la hemoglobina. Este compuesto por sí mismo no es toxico, poro produce transporte de oxigeno por la sangre en menores de 6 meses.

Metales pesados: son indicadores de contaminación industrial, estos afectan el metabolismo microbiano ya que son tóxicos.

Oxígeno disuelto: es una medida de la actividad biológica. Se requiere para la respiración de organismos aerobios de importancia en el tratamiento de aguas residuales.

Ácido sulfhídrico y metano: es un indicador de las condiciones sépticas formadas de la descomposición anaerobia de la materia orgánica.

PH (potencial de hidrogeno): es un indicador del nivel de la acidez o basicidad del agua. Los valores de pH mayores a 7.5 y menores a 6.5 afectan a todos los organismos que se involucren en el tratamiento biológico de las aguas residuales. El pH es una variable para el manejo de la calidad del agua ya que influye en los procesos químicos y biológicos. Mide el balance de acidez de una solución y se define como el logaritmo

negativo en base 10 de la concentración del ion H30+, su escala va de 0 a 14, desde muy acido a alcalino y un nivel intermedio que nos indica neutralidad.

Dureza: la dureza en un parámetro que no indica la concentración de cationes metálicos multivalentes presentes en el agua. Este parámetro se da por las sales de Ca y Mg y en menor grado por Al, Fe, Mn, Sr y Zn. Por la variedad de compuestos que intervienen, la dureza se expresa como una cantidad equivalente de $CaCO^3$.

La dureza se clasifica en carbonatada (temporal) y no carbonatada (permanente). La primera es sensible al calor, precipita a las altas temperaturas y equivalente a la alcalinidad. Entonces cuando el agua es considerada como dura se refiere a que tiene un alto contenido de sales incrustadas.

Fenoles o compuestos fenólicos: este parámetro regularmente se encuentra en las aguas superficiales son resultado de la contaminación antropogénica por la diversidad de productos industriales, tratamientos de madera, biosidas y de aguas residuales/municipales. En las aguas subterráneas se encuentran en áreas con estragos petroleros.

6.4.1.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Bacterias: son organismos unicelulares microscópicos, se alimentan con material orgánico e inorgánico soluble. Las baterías pueden ser criófilas, mesófilas y termófilas, si el rango en que mejor funcionan se encuentra entre 12 y 18°C para las criófilas, de 25 a 40°C para las mesófilas y 55 a 65°C para las termófilas.

Las bacterias se clasifican según su metabolismo, ya sean autótrofas y heterótrofas, si la fuente de carbón proviene de sustancias inorgánicas para las autótrofas y de materia orgánica para las heterótrofas y a su vez pueden ser aerobias, anaerobias y facultativas, en función de las necesidades de oxígeno para su respiración, así las aerobias requieren oxígeno, las anaerobias no, y las facultativas viven en una u otra condición

Coliformes: incluye todas las bacterias aerobias y anaerobias facultativas, se entiende que son un grupo de especies bacterianas que tiene ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua.
Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura.

Su número en el agua es directamente proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan del agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces.

Hongos: son organismos multicelulares, no fotosintéticos y heterótrofos, por lo general la mayoría de los hongos son aerobios estrictos y tienen propiedades de vivir a niveles de pH muy bajos del orden de 2 unidades y altos cercanos a 9; lo cual aumenta su importancia para el tratamiento de desechos industriales y en la digestión o composteo de desechos sólidos.

Algas: son organismos unicelulares o multicelulares, autótrofos y fotosintéticos. Esta última propiedad tiene importancia en el tratamiento de aguas residuales, mediante lagunas de estabilización aerobias, puesto que en la reacción de fotosíntesis se forma oxígeno.

Protozoarios: son organismos microscópicos usualmente unicelulares. Son en su mayoría aeróbicos heterótrofos y utilizan las bacterias como fuerte de energía al ingerirlas, como las cuales ejercen una acción de pulimento en los procesos biológicos.

Rotíferos: son organismos aerobios, heterótrofos y multicelulares; son muy efectivos en el consumo de bacterias dispersas y pequeñas partículas de materia orgánica. Su presencia indica una alta eficiencia de remoción en los procesos aerobios biológicos.

Virus: son organismos de tamaño menor, que solo pueden verse en el microscopio electrónico. Son parásitos obligados que requieren de un huésped para vivir. Dado que algunos virus producen enfermedades y son excretados con la materia fecal humana, se requiere eliminarlos usualmente mediante cloración de los efluentes de las plantas de tratamiento.

6.5 DIVERSIDAD DE AGUAS RESIDUALES.

La variación del flujo, tipo y la concentración de los contaminantes en las aguas residuales de los distintos rubros ya sean domésticas, municipales o industriales

Sin embargo, se requiere una caracterización del agua residual, con base en una campaña de muestreo y determinación de los parámetros que sean necesarios bajo las normatividades necesarias. Es evidente que la incorporación de descargas industriales

llega a afectar la concentración típica de los compuestos normalmente esperados en un agua residual o a sobrepasar las condiciones normadas.

La caracterización de un agua residual consiste en determinar, mediante una serie de pruebas de laboratorio, la concentración de los elementos o compuestos químicos y biológicos que estén presentes en muestras representativas. El número y el tipo de compuesto por determinar es función del origen del agua residual y su sitio de disposición final, el cual es fijado como base para establecer las condiciones de descarga.

Los parámetros utilizados en la caracterización del agua residual, asociados con el contaminante que se mide son respecto a lo antes mencionado y debe ser orientado para el tipo de agua residual que se tenga, en la planta Lenovo centro tecnológico se consideran descargas de agua tipo municipal ya que no se descarga ni hay un proceso que altere química o físicamente el agua descargada fuera de lo comúnmente caracterizado para este rubro

6.6 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Existe un gran número de técnicas o practicas operativas para el tratamiento de aguas residuales, las aguas residuales se definen según la ley de aguas nacionales de México, como “aguas de composición variada provenientes de las descargas de uso público urbano, domestico, industrial, comercial, de servicio, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas”. (NOYOLA, MORGAN- SAGASTUME, & GÜERECA, 2013).

Los tratamientos de aguas residuales tienen un propósito primordial que es remover el material contaminante, orgánico e inorgánico, ya sea que se encuentre en forma de partículas suspendidas o disueltas, con el objetivo de obtener una calidad de agua requerida por las normas oficiales mexicanas de descargas de agua.

Las aguas residuales deben ser tratadas antes de ser vertidas a la naturaleza por dos razones fundamentales. En primer lugar, defender la salud pública y el medio ambiente, y, en segundo lugar, reutilizar esa agua tratada para otros fines.

El motivo principal de tratar las aguas residuales es defender la salud pública y el medio ambiente. Si las aguas residuales no son tratadas y se vierten directamente a ríos, lagos o mares, es bastante probable introducir elementos de contaminación que acaben

produciendo importantes daños ecológicos en el entorno ambiental y enfermedades de salud pública (causadas por virus y bacterias) en las personas y comunidades que entren en contacto con esas aguas contaminadas.

Otro motivo importante es la reutilización de estas aguas. Algunas actividades humanas que necesitan el consumo de agua no requieren que sea agua potable, hablamos por ejemplo del riego de zonas verdes o el agua utilizada para usos industriales o de servicios (limpieza de zonas industriales, lavado de vehículos, mantenimiento de calderas, etc.).

El objetivo de tratar un agua residual se logra con la integración de operaciones físicas y procesos químicos y biológicos, seleccionados dependiendo las características de las aguas a tratar y de la calidad a la que se desee llegar o el fin que se le dará a las aguas tratadas.

En un sistema de tratamiento de aguas residuales, al retirar de alguna manera el material determinado contaminante del agua residual, este solo se transforma o se transfiere, por lo tanto, siempre se produjeran residuos, como lo son los lodos, solidos, grasas, aceites, etc. En los sistemas de tratamientos de aguas residuales, muchas veces van acompañados por la generación de emisiones gaseosas. Las cantidades y calidad de los residuos van a depender directamente de las características del agua residual a tratar y de la configuración, tecnologías aplicadas en el sistema de tratamiento.

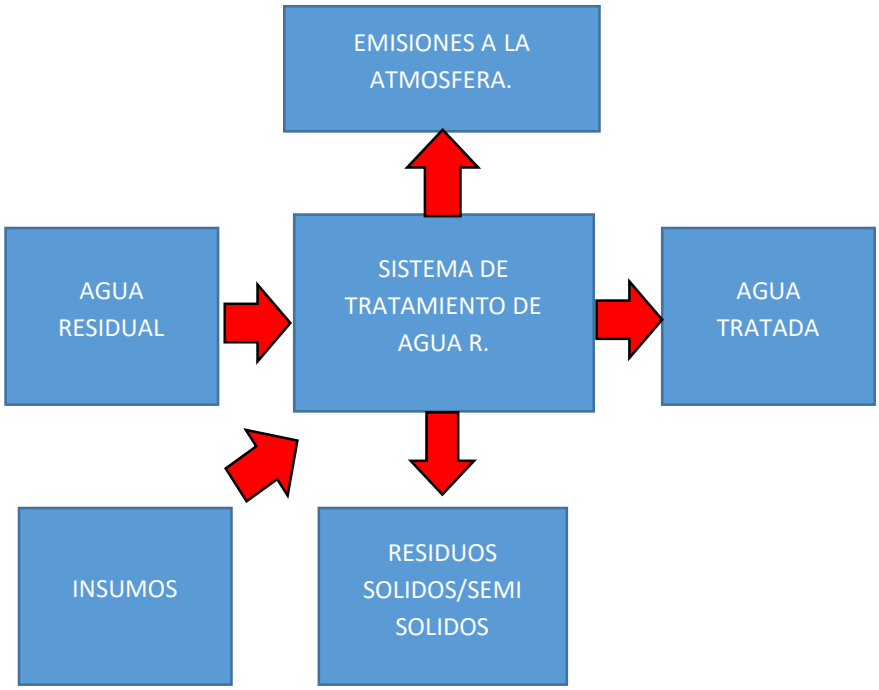


Figura 3. Esquema de un sistema de tratamiento de agua residual

Existe una gran variedad de tecnologías aplicadas para el tratamiento de aguas residuales, tenemos dos grandes grupos predominantes, los tratamientos fisicoquímicos y los biológicos. Los fisicoquímicos hacen uso de procesos físicos como uso de la gravedad, filtración por retención física, atracción electrostática, separación por densidades, etc. Y de procesos químicos como la coagulación, absorción, oxidación, precipitación, adsorción, oxidación química, etc.

Los tratamientos biológicos involucran la degradación o transformación del material orgánico por medio de microorganismos, dentro de estos sistemas podemos encontrar los sistemas aerobios, son aquellos que requieren oxigeno molecular disuelto y los sistemas anaerobios, son aquellos que no requieren oxígeno para llevar a cabo la degradación de la materia contaminante, los sistemas anaerobios pueden clasificarse en tipo de generaciones que a su vez se integran dependiendo el nivel de integración que posee el microrganismo con el sustrato a degradar y la relación entre el tiempo de retención en el proceso del microorganismo en el sistema y el tiempo de retención hidráulica del sistema.

Existe otro rubro muy importante dentro del tratamiento de las aguas residuales, son los sistemas naturales construidos, los cuales aprovechan las transformaciones que el propio medio ambiente genera, un ejemplo son los humedales artificiales o tratamientos mediante descargas directas a suelo.

De igual manera existe un tratamiento para cada residuo o emisión si es necesarios, los sistemas que generan lodos cuentan con sus propios sistemas para el tratamiento de los mismos (biológicos y fisicoquímicos) integrados al sistema de tratamiento de aguas residuales (tratamiento de agua y lodos).

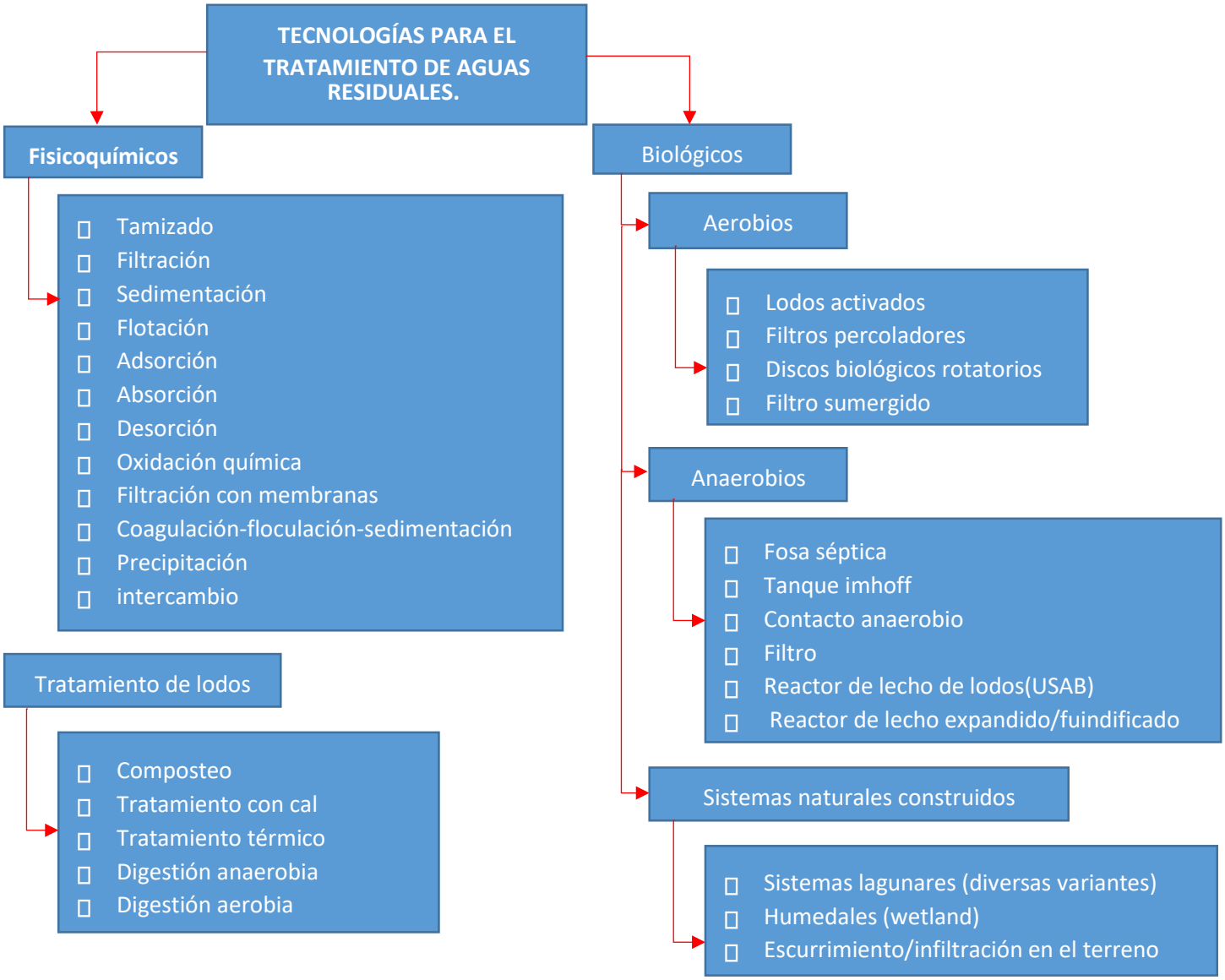


Figura 4. Clasificación esquemática de las diversas tecnologías/ procesos para el tratamiento de las aguas residuales.

El tratamiento de aguas residuales se puede clasificar atendiendo a muchas variantes, una bastante común, que hace referencia a operaciones y procesos unitarios que se agrupan entre sí, de ese modo hacemos diferencia entre pretratamientos, tratamientos primarios, secundarios y terciarios.

Los pretratamientos no son un proceso en sí, sino que se utilizan para aumentar la efectividad del resto de tratamientos. Los tratamientos preliminares consisten en utilizar tamices, rejas, micro filtros para descartar los objetos más voluminosos y abrasivos o trampas de grasas son tanques de flotación natural, en donde los aceites y las grasas, con una densidad inferior a la del agua, se mantienen en la superficie del tanque para ser fácilmente retenidos y retirados. Los microfiltros y el tamizado descartan partículas de pequeño tamaño mientras que las rejas se utilizan para objetos de mayor tamaño.

Una vez aplicados este tipo de tratamientos preliminares, el siguiente paso son los tratamientos primarios. El objetivo principal en este paso es remover aquellos contaminantes que puedan sedimentar, como los sólidos sedimentables o los que son flotables, como las grasas. Los tratamientos primarios más conocidos son la sedimentación primaria y la coagulación.

A continuación, procedemos con los tratamientos secundarios, que tienen como finalidad reducir la demanda biológica de oxígeno (DBO) que escapa a los tratamientos primarios. Esto significa que hay que seguir reduciendo el nivel de nutrientes y contaminantes del agua para hacer posible su reutilización o su vertido a medios naturales. Algunos métodos utilizados en este tipo de tratamientos son: lodos activados, biodisco, lagunaje y filtro biológico.

Por último, los tratamientos terciarios tienen como objetivo remover contaminantes específicos, usualmente tóxicos o compuestos no biodegradables y eliminar completamente los contaminantes que aún perduran tras los tratamientos secundarios. En este tipo de tratamientos se utilizan como medio de filtración arenas, grava antracita o una combinación de ellos.

7. ORIGEN DE LAS DESCARGAS DE AGUA DE LA PLANTA

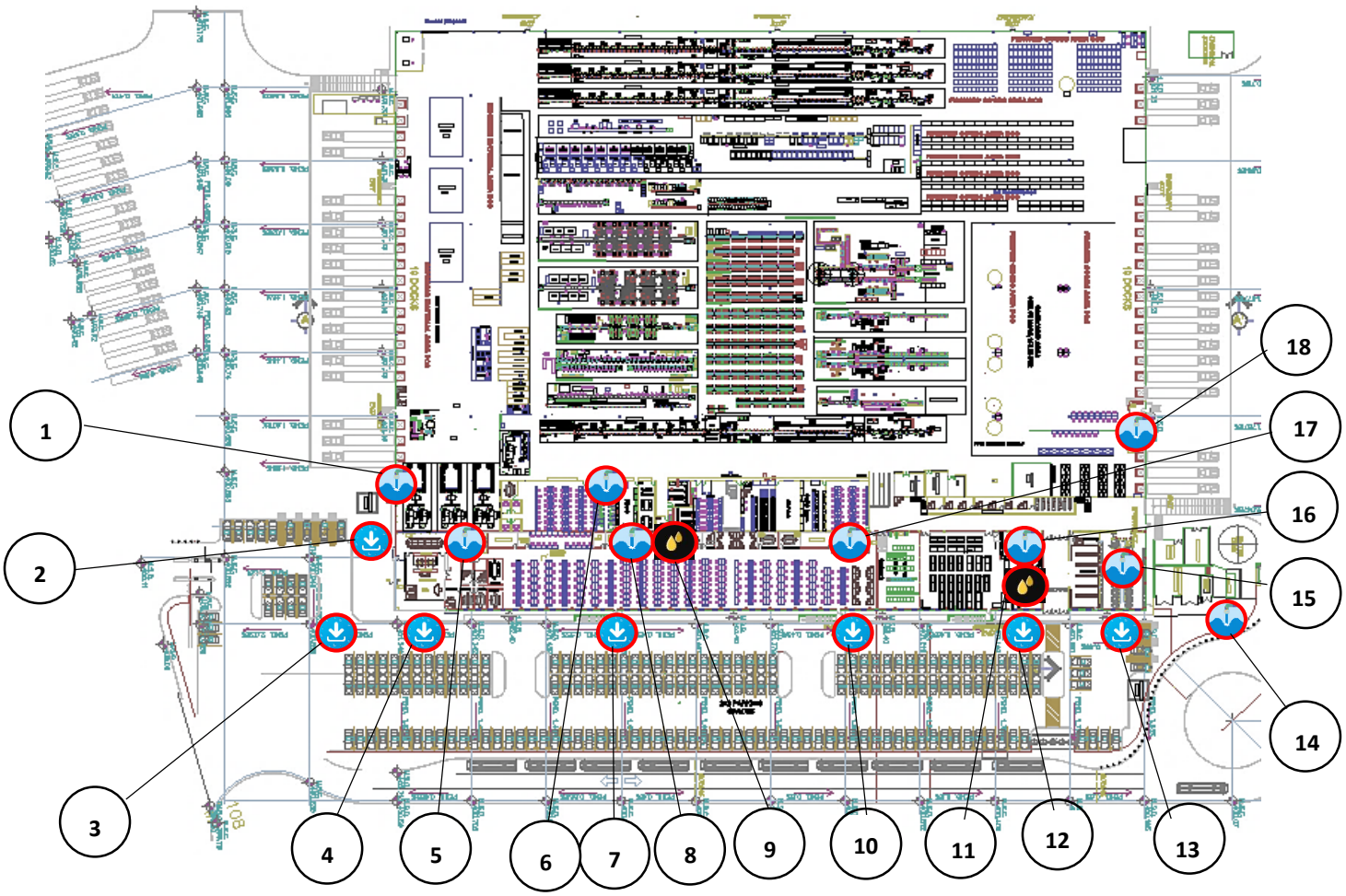


Figura 5. Layout de puntos de descarga de aguas residuales de la planta Lenovo #1.

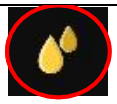
Simbología	
	Descarga de agua residual.
	Descarga de agua con grasa/aceite
	Registro de agua residual.

Tabla 2. simbología de layout

No.#	Área.	Información de descarga
1	Almacén kiteo	Descarga sanitaria
2	Estacionamiento Recepción	Registro de agua sanitaria
3	Estacionamiento Recepción	Registro general de descargas
4	Estacionamiento Recepción	Registro de sanitarios admin. #1
5	Oficinas administrativas.	Descarga sanitaria oficinas admin. #1
6	Oficinas manufactura/generales	Descarga sanitaria
7	Estacionamiento oficinas administrativas	Registro de sanitarios oficinas M.
8	Cocineta oficinas administrativas	Descarga residual común.
9	Cocineta oficinas administrativas	Descarga residual con grasas.
10	Estacionamiento oficinas administrativas	Registro de sanitarios oficinas admin.
11	cocina	Descarga de agua con grasa/aceite
12	Estacionamiento entrada general	Registro de agua de cocina
13	Estacionamiento entrada general	Registro de sanitarios generales
14	Caseta #2	Descarga sanitaria caseta #2
15	Corredor general	Descarga de sanitarios generales
16	Cocina	Descarga residual común
17	Oficinas administrativas	Descarga sanitaria oficinas admin #2
18	embarques	Descarga sanitaria embarques.

Tabla 3. Control de descargas por área.

La planta cuenta con diferentes puntos donde se descargan las aguas residuales, y cada punto de descarga cuenta con un registro en donde llega y continúan las aguas residuales hasta un registro general en donde todas las aguas residuales de la planta pasan para llegar al drenaje del parque industrial y próximamente a la PTAR del parque.

Existen dos puntos de descargas de agua destacados en los cuales se descargan aguas con un valor más elevado de grasa/aceite, la cocina general de la planta es el mayor generador de grasas que se descargan a una trampa de grasa y otro punto es la cocineta de área de oficina la cual no cuenta con ningún tipo de tecnología para evitar que las grasas se descarguen en el drenaje.

En la planta se utilizan una gran cantidad de químicos unos más peligrosos que otros sin embargo se tiene un cuidado o control estricto para evitar cualquier derrame de ellos en las aguas que van a la PTAR del parque industrial por cuestiones del contrato que existe entre la planta y el parque ya que si alguno de los químicos llegan a causar algún daño a las tuberías o a la PTAR del parque se tendrían que pagar los daños ocasionados, según cuanto estime en gastos el parque industrial, de no realizar el pago en un tiempo determinado en el contrato aumentara esta multa hasta un punto de llegar a cerrar el drenaje de la planta. En puntos donde no hay ningún tipo de desagüe, existen kits anti derrame para cualquier químico, al utilizarse se confinan al cuarto de residuos químicos, para posteriormente ser extraídos de la planta por un proveedor de servicios para

disposición de residuos químicos que cumplan con todas las normas correspondientes para poder realizar el trabajo, a estos proveedores se les realiza una auditoria para evidenciar que cumplen con todas las normas para disposición de residuos químicos.

8. PRINCIPALES CONTAMINANTES POR ÁREA

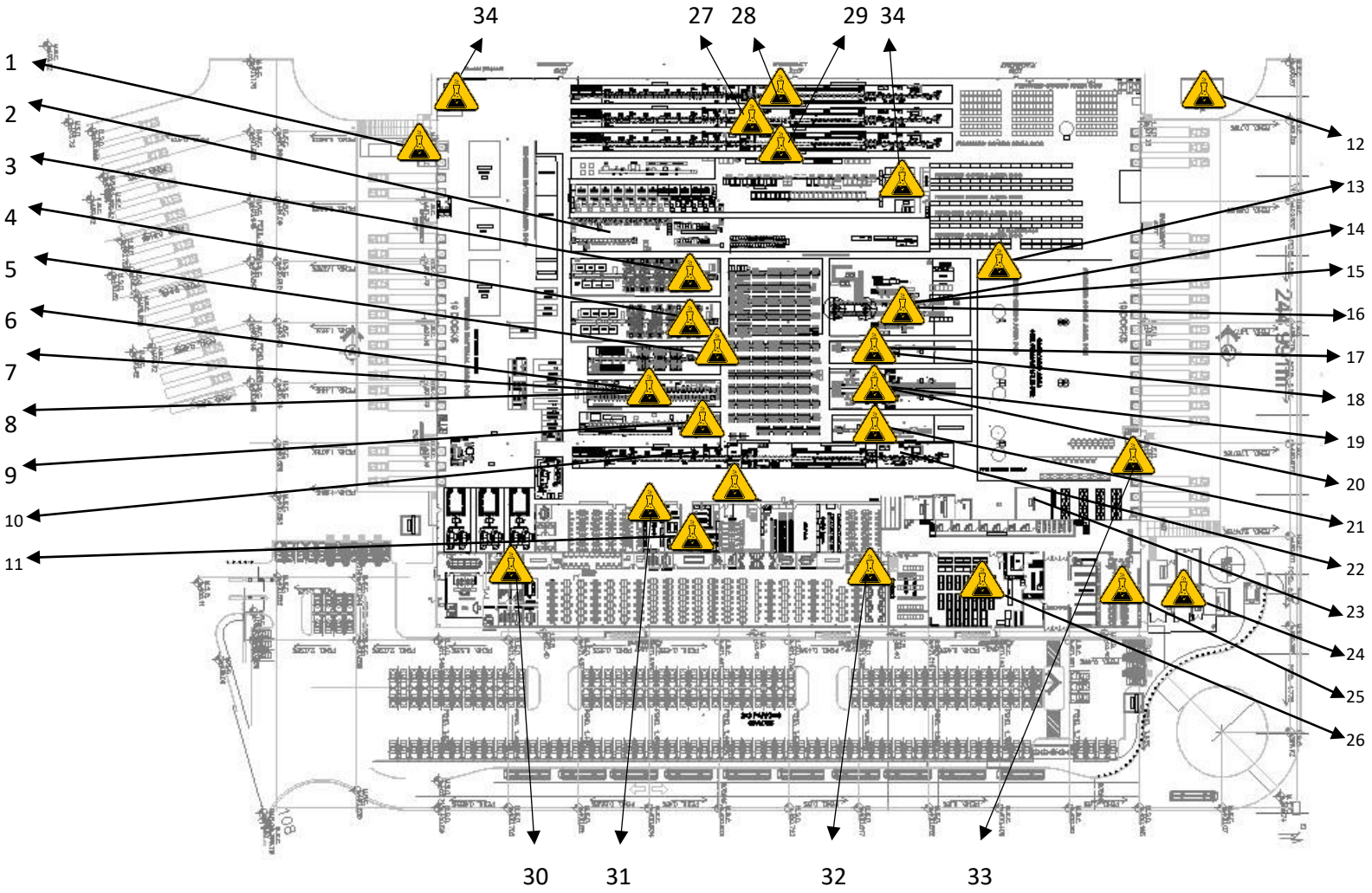


Figura 6. Orientación de puntos de uso de químicos de la planta Lenovo #1.

	Uso de químicos en el área.

No#	QUÍMICO	ÁREA DE USO
1	Gas Propano	Montacargas (de exterior)
2	Alcohol Isopropilico	ASM8-DIB1
3	Alcohol Isopropilico	Celdas ASM7-CL3
4	Alcohol isopropilico	Celdas ASM6-UCL2
5	Alcohol isopropilico	Celdas ASM5-CL1
6	Alcohol isopropilico	1
7	Alcohol isopropilico	2
8	Alcohol isopropilico	2.5
9	Alcohol isopropilico	3
10	Alcohol isopropilico	Notebook
11	• 3M Concentrado limpiador para azulejos y mosaic. • Cloro. • Gel antibacterial. • Gojo Luxury Foam Handwash. • Gojo Purell Advanced. • Pino. • Axion Líquido.	Baños
12	Alcohol Isopropilico	Desarme
13	Alcohol Isopropilico	Calidad línea Pack7-UCL3
14	Alcohol Isopropilico	Pack7-UCL2
15	Alcohol Isopropilico	Pack6-UCL2
16	Alcohol Isopropilico	Pack5-UCL3
17	Alcohol Isopropilico	RC2-UCL3
18	Alcohol Isopropilico	Pack4- SL1
19	Alcohol Isopropilico	Pack-USL2
20	Alcohol Isopropilico	Pack-USL3
21	Alcohol Isopropilico	Notebook

22	• 3M Concentrado limpiador para azulejos y mosaico • 3M Stone Floor Protector (Piso de piedra) • Aceite Vanguard Impregnador base solvente • Aditivo de alto rendimiento Planipatch • Plus • Alcohol isopropilico • Aromatizante • Bardahl Grasa Chasis 2 • Beher Premium Pintura interior mate Flat • No. G213 • Beher Premium Pintura Premium plus • No. 4300 • Beher Premium plus Pintura exterior semi-gloss enamel • Berel Esmalte alquidalico SUMA Exterior e Interior • Cloro • Comex Prima VIVID B1 • Vinimex Total Satinado Blanco • Diésel • Gel antibacterial • Gojo Luxury Foam Handwash • Gojo Purell Advanced • Key 1000 • Key Brillo (Limpiador y protector de muebles) • Key lumen removedor • Limpia Vidrios • Loctite 222 • Loctite 271 • Loctite 495 • Lustra pesos • Lysol desinfectante Spray • Pegamento especial para PVC Tangit • PEMEX - Gas licuado del petróleo • Pepe Silicón • Pino	• Almacén De Químicos

	• Sparcling • Resistol 5000 Henkel • Sal (Cloruro de Sodio) • Sarricida • Shampoo Para Manos • Tanque Gas Propano • Weld on 717 PVC • Wiese Abrillantador de muebles • Wiese Aromatizante de Ambiente en aerosol • REFRIGERANTE R410 • Berelex • Beralkid • Pro-1000 • Pintura de transito 17 y 23 • Axion Liquido • XP40 (R-449A) Refrigerant	

23	Alcohol Isopropilico	JETWAY
24	• Sparcling • Sal (Cloruro de Sodio) • REFRIGERANTE R410 • XP40 (R-449A) Refrigerant	Cuarto de compresores
25	• 3M Concentrado limpiador para azulejos y mosaic. • Cloro. • Gel antibacterial. • Gojo Luxury Foam Handwash. • Gojo Purell Advanced. • Pino. • Axion Liquido.	Baños generales

26	• Arcoíris Floral Detergente • Blanqueador de tablas 2980 • Cleaner and Polish-Limpiador y pulidor de acero inoxidable end aerosol. • Cloralex el rendidor • Cloro Dab • Derma Klenz- jabón antibacterial para el lavado de manos. • Desengrasante Dab • Greasecutter Plus- Desengrasante de uso pesado. • Lime- A - Way Desincrustante multiusos. • Multi-Quat Sanitizer - Desinfectante. • Pantastic- Detergente concentrado multiusos. • Rinse Dry XL - Abrillantador para el lavado Mecánico la Vajilla. • Sanigizer Plus- Desinfectante para manos. • Sanitizing Wash Walk • Silver Power- Pre-Lavador de cubiertos Detergente para remojo. (Con dilución recomendada) • Solid Power XL - Detergente para maquina lava vajilla. (Con dilución recomendada 0.06% - 0.15%) • Victory- Desinfectante para frutas y verduras. • Wash'n Walk - Limpiador enzimático para piso que no requieren enjuague. (Diluido) • Pinol (Alen)	Comedor

27	Alcohol Isopropilico	Notebook 3
28	Alcohol Isopropilico	Notebook 2
29	Alcohol Isopropilico	Notebook 4

30	• 3M Concentrado limpiador para azulejos y mosaic. • Cloro. • Gel antibacterial. • Gojo Luxury Foam Handwash. • Gojo Purell Advanced. • Pino. • Axion Liquido.	Baños oficinas admin. #1
31	• 3M Concentrado limpiador para azulejos y mosaic. • Cloro. • Gel antibacterial. • Gojo Luxury Foam Handwash. • Gojo Purell Advanced. • Pino. • Axion Liquido.	Baños oficinas Manufactura.
32	• 3M Concentrado limpiador para azulejos y mosaic. • Cloro. • Gel antibacterial. • Gojo Luxury Foam Handwash. • Gojo Purell Advanced. • Pino. • Axion Liquido.	Baños oficinas admin. #2
33	• 3M Concentrado limpiador para azulejos y mosaic. • Cloro. • Gel antibacterial. • Gojo Luxury Foam Handwash. • Gojo Purell Advanced. • Pino. • Axion Liquido.	Baños embarques
34	Alcohol Isopropilico	Inspección x86
35	• Alcohol Isopropilico • Loctite 271 • Key 1000	Taller de procesos

Tabla 4. Químicos usados por área del centro tecnológico Lenovo.

Se cuenta con un control de todos los químicos que se ingresan en la planta por cuestiones de seguridad para instalaciones, los trabajadores y por petición de los clientes de Lenovo.

Todos y cada uno de los químicos de la planta de uso común y casos extraordinario cuentan con sus hojas de seguridad que cumplen con las 16 secciones establecidas.

En caso de que algún proveedor necesite ingresar algún tipo de químico a la planta es necesario que presente las hojas de seguridad del químico, que cuenten con el equipo de protección personal para su manejo, para que será utilizado, tipo de recipiente y cuál será la cantidad de químico a utilizar.

8.1 ANÁLISIS DE QUÍMICOS QUE INGRESAN A DESCARGAS DE AGUA.

Se tiene un gran número de químicos que son utilizados comúnmente en el centro tecnológico Lenovo, sin embargo, solo unos cuantos son los químicos que se descargan directo a el drenaje de la planta.

Realizando el análisis por área se generó un listado para tener un estimado de los químicos que pueden estar ingresando a descarga de agua dependiendo el área que facilitara esta acción tomándola como una previa caracterización para tener un control de los químicos que podrían generar contaminación en nuestras aguas y hasta llegar a afectar en nuestros drenajes o en tubería del parque industrial.

Primero se realizó un análisis de las áreas que tienen contacto directo a descarga a drenaje basado en la “figura 5”, luego se realizó una supervisión de los químicos usados que fueran los que se tienen registrado como uso común en la planta con ello generar el listado de los químicos que se prevé encontrar en las aguas residuales.

Los químicos que tienen contacto con las aguas que van a drenaje son:

- Cloro.
- Gojo Luxury Foam Handwash.
- Gojo Purell Advanced.
- Pino.
- Axion Liquido.
- Arcoíris Floral Detergente
- Blanqueador de tablas 2980
- Cleaner and Polish-Limpiador y pulidor de acero inoxidable end aerosol.
- Cloralex el rendidor
- Cloro Dab
- Derma Klenz- jabón antibacterial para el lavado de manos.
- Desengrasante Dab

- Greasecutter Plus- Desengrasante de uso pesado.
- Lime- A - Way Desincrustante multiusos.
- Pinol (Alen)
- Multi-Quat Sanitizer - Desinfectante.
- Pantastic- Detergente concentrado multiusos.
- Rinse Dry XL - Abrillantador para el lavado Mecánico la Vajilla.
- Sanigizer Plus- Desinfectante para manos.
- Sanitizing Wash Walk
- Silver Power- Pre-Lavador de cubiertos Detergente para remojo. (Con dilución recomendada)
- Solid Power XL - Detergente para maquina lava vajilla. (Con dilución recomendada 0.06% - 0.15%)
- Victory- Desinfectante para frutas y verduras.
- Pinol (Alen).

La mayoría son del uso del departamento de limpieza y del uso de comedor, se espera minimizar el uso de todos estos químicos y erradicar aquellos que sean dañinos para el medio ambiente o con propiedades que los hagan tóxicos, dañinos y/o mutageno cancerígenos.

8.2 CARACTERÍSTICAS DE QUÍMICOS VERTIDOS A DRENAJE

CLORO

- cas: 7681-52-9,1310-73-2

- Clasificación:
  Corrosivo para los metales. Cat 1
  Corrosión o irritación cutáneas. Cta. 1B
  Irritación ocular. Cat 1
  Ligeramente peligroso. Cat> 1

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: verde claro
  Olor: ND

- Químicas:
  pH: 12 - 13 (20˚C)
  Punto de fusión/de congelación: -25˚C

Punto/intervalo de ebullición: 98˚C

- Declaración de peligro:
  H290 Puede ser corrosivo para los metales.
  H314 Causa graves quemaduras cutáneas y daño ocular. H400
  Muy toxico para los organismos acuáticos.

GOJO LUXURY FOAM HANDWASH.

- cas:
  68585-34-2, 61789-40-0

- Clasificación:
  Irritación ocular, Cat 2A

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: Claro, rosa claro
  Olor: afrutado

- Químicas:
  pH: 4.7 - 6.2
  Solidificación / punto de ajuste: 2.40˚C
  Punto inicial e intervalo de ebullición: 98˚C
  Punto de inflamación: >100˚C

- Declaración de peligro:
  H319 Causa irritación ocular grave.

GOJO PURELL ADVANCED.

- cas: 64-17-5, 67-63-0

- Clasificación:
  Líquidos inflamables, Cat. 3
  Irritación ocular, Cat 2A

- Físicas:

Estado Físico: Liquido
Color: Claro Olor:
alcohólico.

- Químicas:
  pH: 4.7 - 6.26.5 - 8.5 Punto
  de inflamación: 24˚C

- Declaración de peligro:
  H226 Liquido y vapores inflamables. H319
  Causa irritación ocular grave.

PINO.

- cas: 8002-09-3, 1310-58-3

- Clasificación:
  Irritación ocular, Cat. 2B
  Toxicidad acuática aguda, Cat 3

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: Ámbar
  Olor: a Aceite de Pino

- Químicas:
  pH: 12 - 13
  Punto de ebullición: 98˚C- 100˚C

- Declaración de peligro:
  H320 Provoca irritación ocular.
  H402 Nocivo para los organismos acuáticos.

AXION LIQUIDO.

- cas: 25155-30-0, 68584-26-9

- Clasificación:
  Irritación cutánea, Cat 3
  Lesiones oculares graves, Cat. 1

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: Verde
  Olor: ND

- Químicas: pH: 7.2
  Punto de inflamación: ND

- Declaración de peligro:
  H316 Provoca irritación cutánea.
  H318 Provoca lesiones oculares graves.

ARCOÍRIS FLORAL DETERGENTE

- cas: 27176-87-0

- Clasificación:
  Toxicidad aguda - Oral Cat. 4
  Irritación ocular - Cat. 2B

- Físicas:
  Apariencia y olor: Polvo color azul Aroma:
  floral cítrico con notas a pino.

- Químicas: pH: 10.0 a 11.0

- Declaración de peligro:
  N/A

BLANQUEADOR DE TABLAS 2980

- cas: 7681-52-9, 61788-90-7, 1310-73-2

- Clasificación:
  Corrosión cutánea. Cat. 1
  Lesiones oculares graves. Cat. 1

Toxicidad acuática aguda. Cat.1

- Físicas:
  Estado físico: solido viscoso
  Color: claro, amarillo claro
  Olor: hipoclorito de sodio

- Químicas:
  pH: 12.0 - 14.0 (100%)
  Punto inicial e intervalo de ebullición: >100˚C

- Declaración de peligro:
  H314 Causa graves quemaduras cutáneas y daño ocular.
  H400 Muy toxico para los organismos acuáticos.

CLEANER AND POLISH-LIMPIADOR Y PULIDOR DE ACERO INOXIDABLE END AEROSOL.

- cas:
  8042-47-5, 106-97-8, 74-98-6, 64742-88-7

- Clasificación: Aerosoles, Cat. 2

- Físicas:
  Estado físico: Aerosol
  Color: Opaco, Blanco
  Olor: Cítrico

- Químicas:
  Punto de inflamación: No aplicable, Sostiene la combustión.
  Punto inicial e intervalo de ebullición: >100˚C
  Calor de combustión: 6.26 kJ/g

- Declaración de peligro:
  H223 Aerosol inflamable.
  H229 Contiene gas a presión, puede reventar si se calienta.

CLORALEX EL RENDIDOR

- cas: 7681-52-9, 1310-73-2

- Clasificación:
  Irritación Cutánea: CAT 1B,
  Daño Ocular: Cat 1,
  Toxicidad Acuática Aguda: Cat 1

- Físicas:
  Apariencia: Liquido transparente
  Color y aroma: Ligeramente amarillo y olor característico

- Químicas:
  pH: 12.1 - 13.8

- Declaración de peligro:
  H314 Causa graves quemaduras cutáneas y daño ocular. H400
  Muy toxico para los organismos acuáticos.

CLORO DAB

- cas: 7782-50-5

- Clasificación:
  Sustancias y mezclas corrosivas para los metales. Cat. 1
  Corrosión/irritación cutánea. Cat. 1B
  Lesiones oculares graves/irritación ocular. Cat. 1
  Toxicidad sistémica especifica de órganos blancos (exposición única). Cat. 3

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: verde claro
  Olor: característico

- Químicas: pH: 11-13
  Punto de fusión/de congelación: -13.9˚C - 26˚C
  Punto/intervalo de ebullición: +40˚C

- Declaración de peligro:

H290 Puede ser corrosivo para los metales.
H314 Causa graves quemaduras cutáneas y daño ocular.
H318 Provoca lesiones oculares graves.
H335 Puede causar irritación respiratoria.

DERMA KLENZ- JABÓN ANTIBACTERIAL PARA EL LAVADO DE MANOS.

- cas: 151-21-3, 9004-82-4, 7647-14-5, 68603-42-9, 56-81-5

- Clasificación:
  Carcinogenicidad, Cat. 2
  Toxicidad acuática aguda, Cat. 3
  Toxicidad acuática crónica, Cat. 3

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: claro, rojo claro
  Olor: jabonoso

- Químicas:
  pH: 8,4, (100%)

- Declaración de peligro:
  H351 Susceptible de provocar cáncer.
  H412 Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

DESENGRASANTE DAB

- cas: 111-76-2, 1310-73-2

- Clasificación:
  H227 Líquido Inflamable (Categoría 4)
  H302 Toxicidad aguda, oral (Categoría 4)
  H312 Toxicidad aguda, cutáneo (Categoría 4)
  H315 Irritación cutánea (categoría 2)
  H319 Irritación ocular (Categoría 2A)
  H332 Toxicidad aguda, inhalación (Categoría 4)

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido incoloro
  Color: rojo
  Olor: penetrante

- Químicas:
  Punto inicial e intervalo de ebullición: 100˚C (Estimado)
  Velocidad de evaporación: Lento

- Declaración de peligro:
  H227 Liquido combustible.
  H302+H312+H332 Nocivo en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación.
  H315 Causa irritación cutánea.
  H319 Causa irritación ocular grave.
  Dañino para el medio ambiente

GREASECUTTER PLUS- DESENGRASANTE DE USO PESADO.

- cas: 1310-73-2, 61788-90-7

- Clasificación:
  Corrosión o irritación cutáneas. Sub-Cat. 1B
  Irritaciones oculares graves, Cat. 1

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: anaranjado
  Olor: inodoro

- Químicas:
  pH: 15.5 (100%)

- Declaración de peligro:
  H314 Causa graves quemaduras cutáneas y daño ocular.
  Dañino para el medio ambiente

LIME- A - WAY DESINCRUSTANTE MULTIUSOS.

- cas: 21351-39-3, 57-13-6

- Clasificación:
  Corrosión cutánea. Cat. 1
  Lesiones oculares graves. Cat. 1

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: Azul claro
  Olor: Inodoro
- Químicas:
  pH: 0.9 - 1.8
  Punto inicial e intervalo de ebullición: 100˚C

- Declaración de peligro:
  H314 Causa graves quemaduras cutáneas y daño ocular.
  Dañino para el medio ambiente

MULTI-QUAT SANITIZER - DESINFECTANTE.

- cas: 68424-85-1, 64-17-5, 68424-85-1

- Clasificación:
  N/A

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: Rosa claro
  Olor: Desinfectantes

- Químicas: pH: 7.04
  Punto inicial e intervalo de ebullición: 100˚C

- Declaración de peligro:
  N/A

PANTASTIC- DETERGENTE CONCENTRADO MULTIUSOS.

- cas: 68439-57-6, 7647-14-5, 68585-34-2, 61788-90-7

- Clasificación:
  N/A

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: azul claro
  Olor: Floral

- Químicas:
  pH: 6.66 - 7.15
  Punto inicial e intervalo de ebullición: 100˚C

- Declaración de peligro:
  N/A

RINSE DRY XL - ABRILLANTADOR PARA EL LAVADO MECÁNICO LA VAJILLA.

- cas: 9003-11-6, 68002-97-1

- Clasificación:
  N/A

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: Incoloro
  Olor: Inodoro

- Químicas: pH: 8.5

- Declaración de peligro:
  N/A

SANIGIZER PLUS- DESINFECTANTE PARA MANOS.

- cas: 64-17-5, 67-63-0

- Clasificación:
  Líquidos inflamables, Cat. 3
  Irritación ocular, Cat. 2B
  Toxicidad acuática aguda, Cat.3

- Físicas:
  Estado Físico: Gel
  Color: Claro, incoloro
  Olor: Alcohólico

- Químicas:
  pH: 7.0. (100%)
  Punto de inflamación: 27˚C copa cerrada, Sostiene la combustión.

- Declaración de peligro:
  H226 Líquidos y vapor muy inflamables.
  H320 Provoca irritación ocular.
  H402 Nocivo para los organismos acuáticos.

SANITIZING WASH WALK

- cas: 10043-35-3, 68551-12-2, 2372-82-9, 68586-07-2, 110615-47-9, 61788-90-7

- Clasificación:
  Toxicidad aguda, inhalación, Cat. 4
  Toxicidad aguda, Cutáneo, Cat. 4
  Irritación ocular, Cat. 2B
  Sensibilización cutánea, Cat. 1
  Toxicidad acuática aguda, Cat. 3

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: Verde claro
  Olor: Perfumes, fragancias

- Químicas:

pH: 6.0 - 9.0 (100%)
Punto inicial e intervalo de ebullición: >100˚C

- Declaración de peligro:
  H312+H332 Nocivo en contacto con la piel o si se inhala.
  H317 Puede provocar una reacción alérgica H320
  Provoca irritación ocular.
  H402 Nocivo para los organismos acuáticos.

SILVER POWER- PRE-LAVADOR DE CUBIERTOS DETERGENTE PARA REMOJO. (CON DILUCIÓN RECOMENDADA)

- cas: 497-19-8, 54193-36-1, 68551-12-2, 84501-72-4, 139-89-9

- Clasificación:
  Toxicidad acuática aguda, Cat. 3

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: Azul claro
  Olor: Cítrico

- Químicas:
  pH: 10.0 - 11.4

- Declaración de peligro:
  H402 Nocivo para los organismos acuáticos.

SOLID POWER XL - DETERGENTE PARA MAQUINA LAVA VAJILLA. (CON DILUCIÓN RECOMENDADA 0.06% - 0.15%)

- cas: 1310-73-2

- Clasificación:
  Biodegradable

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: Incoloro

Olor: Inodoro

- Químicas:
  pH: 10.11 - 10.91

- Declaración de peligro:
  Nocivo para los organismos acuáticos.
  Producto a la dilución recomendada, fácilmente biodegradable. Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares

VICTORY- DESINFECTANTE PARA FRUTAS Y VERDURAS.

- cas: 64-19-7, 79-21-0, 7722-84-1

- Clasificación:
  Líquidos oxidantes, Cat. 3
  Peróxidos orgánicos, Cat. 1
  Toxicidad aguda, Cat. 3
  Corrosión cutánea, Sub-categoría 1A
  Toxicidad especifica órganos blanco - Exposiciones única, Cat.3, sistema respiratorio.
  Toxicidad acuática aguada, Cta. 2

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: Incoloro
  Olor: Similar al cloro

- Químicas: pH: 1.8 (100%)
  Punto de inflamación: 96˚C
  Punto inicial e intervalo de ebullición: >100˚C

- Declaración de peligro:
  H242 Puede incendiarse al calentarse. H272
  Puede agravar un incendio, comburente H301
  Toxico en caso de ingestión.
  H314 Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares.
  H335 Puede causar irritación respiratoria.
  H401 Nocivo para los organismos acuáticos.

PINOL (ALEN).

- cas: .8002-09-3

- Clasificación:
  Irritación ocular, Cat. 2B
  Toxicidad acuática aguda, Cat 3

- Físicas:
  Estado Físico: Liquido
  Color: Incoloro a ámbar
  Olor: Aroma característico a pino

- Químicas:
  Punto de ebullición: 98˚C- 100˚C pH:
  12.0 - 12.5

- Declaración de peligro:
  H320 Provoca irritación ocular.
  H402 Nocivo para los organismos acuáticos.

9. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN DESCARGAS DE AGUA A SISTEMA DE DRENAJE CPA (CORPORATE PROPERTIES OF AMERICA)

Como antes fue mencionado, el centro tecnológico Lenovo se encuentra dentro de un parque industrial (Apodaca technology park) el cual brinda el servicio de agua potable para que la planta pueda operar de manera normal, en cuestiones hidrosanitaria y de consumo; y servicios de drenaje y tratamientos de aguas residuales, sin embargo, en el contrato se estipulan los parámetros de límites máximos permisibles que se pueden descargar al drenaje y que cualquier tipo de descarga que cause algún daño al drenaje del parque será cobrado a la planta y generara una multa que deberá ser pagada en tiempo y forma como está estipulada en el contrato.

Los parámetros y niveles a controlar son los siguientes:

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS	
Arsénico Total	0.5	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L
Cianuros	1	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L
Cobre Total	10	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L
Níquel Total	4	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L
Plomo Total	1	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L
Zinc	6	mg/L
Materia Flotante	Ausente	Ausente/Presente
PH	5.5 a 10	U de PH
Temperatura	40	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm

Tabla 5. Tabla de parámetros y límites máximos permisibles de contrato de suministro de agua por CPA

Si se rebasa los parámetros de calidad a que se plasma en el contrato estamos obligados a realizar el tratamiento de agua residual previo a su descarga a la red de alcantarillado del parque industrial. Agua residual que no cumpla los parámetros de calidad permitida, entonces CPA tendrá derecho de restringir el acceso al drenaje del parque industrial y de la PTAR.

10. ANÁLISIS DE ESTUDIOS FISICOQUÍMICOS DE AGUAS RESIDUALES.

Los análisis de las aguas residuales de la plantan tienen un fin, el cual es tener una idea del nivel de contaminantes que existen en las aguas residuales que se descargan ya sea diariamente, mensualmente o anualmente con promedios generados con los datos que

arrojen los análisis fisicoquímicos estos estudios cumplen para ciertos parámetros, los cuales son los que por ley tienen que controlarse y no sobrepasar, en este caso seguimos lineamientos del parque industrial por los motivos mencionados en el punto anterior.

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS		NOM	METODO ESTABLECIDO.
Arsénico Total	0.5	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	Espectrofotometría de absorción atómica
Cadmio Total	0.5	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	Espectrofotometría de absorción atómica
Cianuros	1	mg/L	NMX-AA-058-SCFI-2001	Espectrofotometría de absorción atómica
Cromo Total	0.5	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	Espectrofotometría de absorción atómica
Cobre Total	10	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	Espectrofotometría de absorción atómica
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L	NMX-AA-028-SCFI-2001	Método yodométrico y electrométrico
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L	NMX-AA-030/2-SCFI-2011	Metodo de tubo sellado a pequeña escala
Grasas y Aceites	50	mg/L	NMX-AA-005-SCFI-2025	Método de extracción soxhlet
Mercurio Total	0.01	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	Espectrofotometría de absorción atómica
Niquel Total	4	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	Espectrofotometría de absorción atómica
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L	NMX-AA-026-SCFI-2010	Método Kjeldahl
Fósforo Total	30	mg/L	NMX-AA-029-SCFI-2001	Método cloruro estanoso y Método ácido vanadomolibdofosfórico
Plomo Total	1	mg/Lmg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	Espectrofotometría de absorción atómica
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2015	Metodo de evaporación y calcinación de muestra filtrada.
Zinc	6	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	Espectrofotometría de absorción atómica
Materia Flotante	Ausente	Ausente/Presente	NMX-AA-006-SCFI-2010	Método visual con visual con malla específica.
PH	5.5 a 10	U de PH	NMX-AA-008-SCFI-2016	Método potenciométrico
Temperatura	40	ºC	NMX-AA-007-SCFI-2013	Metodo visial con termómetro
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm	NMX-AA-093-SCFI-2018	Método de potencial electrico.

Tabla 6. Tabla de parámetros y límites máximos permisibles y normatividades aplicadas con el método establecido

10.1 INTRODUCCIÓN A LOS PRINCIPIOS DE LAS METODOLOGÍAS APLICADAS A ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA.

10.1.1 NMX-AA-051-SCFI-2016

-El método para la medición de metales por espectrofotometría de absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas se basa en la generación de átomos en estado basal y en la medición de la cantidad de energía absorbida por éstos, la cual es directamente proporcional a la concentración de ese elemento en la muestra analizada. Se emplea un equipo capaz de generar átomos en estado basal de acuerdo a un sistema de alta temperatura (flama y horno de grafito) o una reacción química

(generador de hidruros o vapor frío) para atomizar la muestra y lograr la absorción de energía por parte de los átomos generados.

10.1.2 NMX-AA-058-SCFI-2001

-Método espectrofotométrico El método espectrofotométrico es utilizado para determinar la concentración de cianuros inorgánicos en aguas residuales, potables y aguas naturales. Este método detecta cianuros inorgánicos que están presentes tanto en forma de sales simples solubles como de radicales complejos. Los cianuros, como ácido cianhídrico (HCN), son liberados por el reflujo de la muestra con un ácido fuerte, el ácido cianhídrico se adsorbe en una disolución de hidróxido de sodio (NaOH). El ion cianuro en la disolución adsorbente se determina entonces por espectrofotometría. En la medición espectrofotométrica, el cianuro se convierte en cloruro de cianógeno (CNCl) por reacción con cloramina-T a un pH menor de 8 evitando que se lleve a cabo la hidrólisis de los cianuros. Después de que la reacción termina, el color se forma por la adición del reactivo ácido piridin-arbitúrico. La concentración de hidróxido de sodio (NaOH) debe ser la misma en los estándares y la muestra para obtener colores comparables de intensidad.

-Método potenciométrico Los cianuros son determinados potencio métricamente en el destilado alcalino del tratamiento preliminar usando un electrodo selectivo de ion específico para cianuros, en combinación con un electrodo de referencia de doble junta y un potenciómetro que cuenta con una escala expandida en mili voltios o un medidor específico de iones. Ioduro, sulfuros y agentes reductores fuertes interfieren con la respuesta al ion cianuro. La membrana del electrodo se disuelve en disoluciones de alta concentración de CN-, no usarlo en concentraciones por arriba de 25 µg CN- /mL.

10.1.3 NMX-AA-028-SCFI-2001

-Método yodo métrico La determinación del OD inicial se realiza por medio del método yodo métrico que ha sido modificado, de acuerdo a lo establecido en la norma mexicana NMX-AA-012-SCFI

-Método electrométrico La determinación del OD inicial se realiza por medio del método electrométrico con electrodo de membrana, de acuerdo a lo establecido en la norma mexicana NMXAA-012-SCFI (ver 2 Referencias). Los aceites, grasas o cualquier sustancia que se adhiera a la membrana puede ser causa de baja respuesta en el electrodo.

10.1.4 NMX-AA-030/2-SCFI-2011

-Método de tubo sellado a pequeña escala: Las muestras se oxidan mediante digestión con ácido sulfúrico y dicromato de potasio en presencia de sulfato de plata y sulfato de mercurio (II). La plata actúa como catalizador para oxidar la materia orgánica más resistente. El mercurio reduce la interferencia causada por la presencia de iones cloruro. La cantidad de dicromato utilizada en la oxidación de la muestra se determina midiendo la absorbancia del Cromo (III) formado a una longitud de onda de (600 ± 20) nm para un intervalo hasta de 1 000 mg/L. Las mediciones de la absorbancia se efectúan en el tubo de digestión, que hace las veces de celda, y son convertidas a un valor de DQO-TS.

Las muestras se oxidan mediante digestión con ácido sulfúrico y dicromato de potasio en presencia de sulfato de plata y sulfato de mercurio (II). La plata actúa como catalizador para oxidar la materia orgánica más resistente. El mercurio reduce la interferencia causada por la presencia de iones cloruro. La cantidad de dicromato utilizada en la oxidación de la muestra se determina midiendo la absorbancia del Cromo (III) formado a una longitud de onda de (600 ± 20) nm para un intervalo hasta de 1 000 mg/L. Las mediciones de la absorbancia se efectúan en el tubo de digestión, que hace las veces de celda, y son convertidas a un valor de DQO-TS.

Para muestras digeridas turbias y de color atípico, se usa la titulación con sulfato de amonio y hierro (II) estandarizado.

10.1.5 NMX-AA-005-SCFI-2025

-Método de estimación del contenido de grasas y aceites en aguas: Este método se basa en la adsorción de grasas y aceites en tierra de diatomeas, los cuales son extraídos en un equipo de extracción por recirculación empleando hexano como disolvente. Una vez terminada la extracción se evapora el hexano y se pesa el residuo que ha quedado en el recipiente; siendo este valor, el contenido de grasas y aceites.

10.1.6 NMX-AA-026-SCFI-2010

-El método Kjeldahl puede ser dividido en tres procesos básicos:

* **Digestión**: La descomposición del nitrógeno orgánico en la muestra se logra empleando una solución ácida. El resultado final es una disolución de sulfato de amonio. $NO + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + H_2O + CO_2$

* **Destilación**: Es la adición de un exceso de álcali a la mezcla ácida de digestión para convertir el NH_4 + en NH_3, seguido por la ebullición y condensación del NH3 gas el

cual es recibido en una disolución de concentración conocida de ácido bórico $(NH4)2SO4 + 2NaOH \rightarrow 2NH_3 + Na_2SO_4 + 2H_2O$ $NH_3 + H_3BO_3 \rightarrow NH_4 + H_2BO_3 +/- H_3BO_3$

* **Cuantificación**: La cantidad de nitrógeno en la muestra puede ser calculada de la cantidad cuantificada de iones amoniaco (amonio) en la disolución de concentración conocida de ácido bórico

-Titulación: $2NH_4H_2BO_3 - + H_2SO_4 \rightarrow (NH4)_2SO_4 + 2H_3BO_3$ El método Kjeldahl cuantifica el nitrógeno en su estado de valencia trinegativo; excepto cuando se trata de los grupos funcionales: azida, azina, azo, hidrazina, nitrato, nitrito, nitrilo, nitro, nitroso, oxima y semi-carbazona.

10.1.7 NMX-AA-029-SCFI-2001

-Método cloruro estanoso Este método se basa en la reacción del fósforo contenido en la muestra como ortofosfato con el ácido molíbdico para formar el ácido 12molibdofosfórico según la reacción:

$H_3PO_4 + 12\ (NH_4)_2MoO_4 + 21\ H+ \leftrightarrow (NH4)_3PO_4 \bullet 12\ MoO_3 + 21\ NH_4 + 12\ H_2O$

El ácido 12-molibdofosfórico es reducido por el cloruro de estaño a azul de molibdeno, compuesto de composición desconocida que contiene una mezcla de Mo (VI) y Mo (V), que absorbe a 690 nm. La intensidad del color azul formado depende de la concentración de fosfatos adicionados al heteropoliácido. El método es aplicable cuando el contenido de fósforo en las muestras se encuentra entre las concentraciones de 0,01 mg P/L a 6,0 mg P/L.

Todo el fósforo contenido en la muestra debe estar como ion ortofosfato (PO4) 3-, ya que el método espectrofotométrico es esencialmente específico para este ion ortofosfato $(PO_4)^{3-}$. La materia orgánica de la muestra es destruida por medio de una digestión con persulfato de amonio y ácido sulfúrico, rompiendo las ligaduras orgánicas del fósforo (CP y/o C-O-P), e hidrolizando los polifosfatos a ortofosfatos.

-Método ácido vanadomolibdofosfórico En una disolución diluida de ortofosfatos, el molibdato de amonio reacciona en condiciones ácidas con el vanadato para formar un heteropoliácido, ácido vanadomolibdofosfórico. En la presencia de vanadio, se forma ácido vanadomolibdofosfórico de color amarillo. La longitud de onda a la cual la intensidad del color es medida depende de la detección requerida. La intensidad del color amarillo es directamente proporcional a la concentración de fosfato.

10.1.8 NMX-AA-034-SCFI-2015

Todas las aguas contienen substancias disueltas en cantidades variables que dependen de su origen. El agua puede contener varios tipos de sólidos, entre ellos, sólidos disueltos y los sólidos suspendidos.

Los sólidos y sales disueltas pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua, un efluente o un proceso de varias formas, en plantas potabilizadoras por ejemplo los análisis de sólidos disueltos son importantes como indicadores de la efectividad de procesos de tratamiento del agua.

El principio de este método se basa en la medición cuantitativa de los sólidos y sólidos disueltos, así como la cantidad de materia orgánica contenidos en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, mediante la evaporación y calcinación de la muestra filtrada o no, en su caso, a temperaturas específicas, en donde los residuos son pesados y sirven de base para el cálculo del contenido de estos.

10.1.9 NMX-AA-006-SCFI-2010

La determinación de materia flotante en aguas residuales y residuales tratadas es de importancia para el control y tratamiento de descargas.

Este método se basa en la observación de la materia flotante en una muestra de aguas residuales en el sitio de muestreo mediante la separación de ésta en una malla de aproximadamente 3 mm de abertura; este método es una prueba cualitativa.

10.1.10 NMX-AA-008-SCFI-2016

La medición del pH del agua es muy importante para muchos tipos de muestra. Los valores altos y bajos de pH son tóxicos para organismos acuáticos, ya sea directa o indirectamente. Es el parámetro más importante utilizado en la evaluación de las propiedades corrosivas de un medio ambiente acuático. Asimismo, es importante para el funcionamiento efectivo de los procesos de tratamiento de aguas y su control (por ejemplo, floculación y desinfección con cloro), el control de disolución de metales en canales y conductos y tratamiento biológico de aguas residuales y los vertidos de aguas residuales.

Los métodos electrométricos están basados en la medición de la diferencia de potencial de una celda electroquímica, la cual consta de dos medias celdas, la primera consiste en un electrodo de medición y la segunda en un electrodo de referencia. El potencial del electrodo de medición es una función de la actividad del ion hidrógeno de la disolución de medición.

La medición del valor de pH está basada en la diferencia de potencial de una celda electroquímica empleando un pH-metro adecuado.

El valor de pH de una medición depende de la temperatura debido al equilibrio de disociación. Por lo tanto, la temperatura de la muestra siempre debe ser reportada en conjunto con el pH de la muestra.

En caso de utilizar equipo con compensador de temperatura, no se requiere reportar la temperatura para cada lectura realizada, simplemente se debe mencionar de acuerdo a lo descrito en el Capítulo 10 de esta norma.

10.1.11 NMX-AA-007-SCFI-2013

La temperatura termodinámica, también denominada temperatura absoluta, es una de las magnitudes fundamentales que definen el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cuya unidad es el kelvin, simbolizado como K. Esta unidad se utiliza tanto para expresar valores de temperatura termodinámica como intervalos de temperatura.

Por acuerdo del Comité Internacional de Pesas y Medidas en 1989, la Escala Internacional de Temperatura (ITS-90) se define operacionalmente en términos de técnicas de medición por termometría de presión de vapor, termometría de gas, termometría con resistencia de platino y pirometría óptica. Es usual expresar la temperatura con base en la escala Celsius (°C), definida con relación a la temperatura termodinámica por: t (Celsius) = T (kelvin) - 273,15 K

El grado Celsius es una unidad de temperatura de magnitud idéntica al kelvin. Sobre la escala Celsius, la temperatura de fusión del agua pura a la presión de 101,325 kPa, es igual a 0 °C y la ebullición del agua, a la misma presión, es igual a 100 °C. El método de prueba normado establece el procedimiento para realizar la medición en el sitio donde se encuentra el agua, y el resultado se expresa en grados Celsius (°C). Las temperaturas elevadas en el agua pueden ser indicadores de actividad biológica, química y física, lo anterior tiene influencia en los tratamientos y abastecimientos para el agua, así como en la evaluación limnológica de un cuerpo de agua, por lo que es necesario medir la temperatura como un indicador de la presencia de compuestos y contaminantes, a través del método de prueba que se establece en la presente norma mexicana. El valor de temperatura es un criterio de calidad del agua para la protección de la vida acuática y para las fuentes de abastecimiento de agua potable, es también un parámetro establecido como límite máximo permitido en las descargas de aguas residuales y una especificación de importancia en los cálculos de balance de energía y de calor de los procesos industriales. Para la aplicación de la presente norma mexicana es indispensable contar con un instrumento de medición con trazabilidad demostrable al sistema internacional de unidades.

El principio se basa en las propiedades de los materiales de dilatarse o contraerse con los cambios de temperatura o en las propiedades eléctricas de los mismos con los que se realizará la medición; estas propiedades son siempre las mismas para una temperatura dada, lo que permite graduar los instrumentos de medición.

10.1.12 NMX-AA-093-SCFI-2018

La conductividad electrolítica es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura. La determinación de conductividad es de gran importancia pues da una idea del grado de mineralización del agua natural, potable, residual, residual tratada, de proceso o bien del agua para ser usada en el laboratorio en análisis de rutina o para trabajos de investigación. El valor de conductividad es un parámetro regulado por límites máximos permisibles en descargas de aguas residuales al alcantarillado o a cuerpos receptores, también es un parámetro de calidad del agua para usos y actividades agrícolas, para contacto primario y para el consumo humano.

Este método se basa en la propiedad que adquiere el agua de conducir la corriente eléctrica cuando tiene iones disueltos. La conducción de la corriente eléctrica en agua, puede explicarse por medio de la disociación electrolítica. Cuando se disuelve en agua un ácido, una base o una sal, una porción se disocia en iones positivos y otra en negativos

$MA \rightarrow M + A$

Los iones se mueven independientemente y se dirigen a los electrodos de carga opuesta mediante la aplicación de un campo eléctrico. La cantidad de moléculas que se han disociado depende de la concentración de la solución. Las soluciones, al igual que los conductores metálicos obedecen a la Ley de Ohm, excepto en voltajes muy elevados y corrientes de frecuencia muy alta. Si en una solución electrolítica se colocan dos electrodos de área A separados por una distancia d, y se aplica un campo eléctrico E, la diferencia de potencial V entre los electrodos será proporcional a la distancia d y al campo eléctrico E.

10.1.13 MÉTODO DEL VERTEDERO

Los vertederos son simples aberturas sobre las que se desliza un líquido. Pueden ser entendidos como orificios cuya arista superior está sobre el nivel de la superficie libre del líquido. Se suelen usar para medir caudales en conductores libres (canales, ríos, etcétera).

Los vertederos se utilizan como instrumentos de medición de caudales más antiguos, simples y confiables para medir el flujo del agua en un canal si se dispone de suficiente caída y la cantidad de agua a medir no es muy grande. Los vertederos son instrumentos efectivos de medición porque si tienen un tamaño y forma determinados en condiciones de flujo libre y régimen permanente, existe una relación definida entre la forma de la abertura determina el nombre del vertedero.

Este método aplica para plantas de tratamiento o grandes industrias, según las características físicas (geometría) de la salida del efluente, y en el caso de que el método volumétrico sea inoperante, este método consiste en una obstrucción hecha en el canal para que el líquido retroceda un poco atrás de ella y fluya sobre o a través de ella. Si se mide la altura de la superficie líquida corriente arriba es posible determinar el flujo.

10.2 ANÁLISIS DE ESTUDIOS FISICOQUÍMICOS DE AGUAS RESIDUALES.

10.2.1 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2009.

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS			29-jun-09	
Arsénico Total	0.5	mg/L	<	0.01	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L	<	0.005	mg/L
Cianuros	1	mg/L	<	0.025	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L	<	0.05	mg/L
Cobre Total	10	mg/L	<	0.05	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L		182	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L		428	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L		49.2	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L	<	0.001	mg/L
Niquel Total	4	mg/L	<	0.05	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L		131.8	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L		8.7	mg/L
Plomo Total	1	mg/L	<	0.05	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L		140	mg/L

Zinc	6	mg/L		0.33	mg/L
Materia Flotante	Ausente	Ausente/Presente		ND	Ausente/Presente
PH	5.5 a 10	U de PH		8.44	U de PH
Temperatura	40	ºC		31	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm		205	mS/cm
Flujo Volumétrico	N/A	L/s		0.18	L/s
		L/m		10.8	L/m
		L/h		648	L/h
		L/día		12636	L/día
		L/mes		379080	L/mes
		m3/mes		379.08	m3/mes
				4548.96	m3/año 2009
				4548960	Lts/año 2009

Tabla 7. Resultados de análisis fisicoquímicos 2009

10.2.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2010

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS			24-may-10			02-ago-10	
Arsénico Total	0.5	mg/L	<	0.005	mg/L	<	0.005	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L	<	0.05	mg/L	<	0.05	mg/L
Cianuros	1	mg/L	<	0.02	mg/L	<	0.02	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Cobre Total	10	mg/L	<	0.1	mg/L	<	0.1	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L		128	mg/L		136	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L		821	mg/L		641.5	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L		50.38	mg/L		58.01	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L	<	0.01	mg/L	<	0.005	mg/L
Niquel Total	4	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L		37.5	mg/L		48.8	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L		5.8	mg/L		10.06	mg/L
Plomo Total	1	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L		152	mg/L		86	mg/L
Zinc	6	mg/L		0.05	mg/L	<	0.05	mg/L
Materia Flotante	Ausente	-		Ausente	-		Ausente	-
PH	5.5 a 10	U de PH		7.55	U de PH		8.11	U de PH
Temperatura	40	ºC		26.41	ºC		29.38	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm		2.5	mS/cm		2.07	mS/cm

Flujo Volumétrico	N/A	L/s		0.624	L/s		0.417	L/s
		L/m		37.44	L/m		25.02	L/m
		L/h		2246.4	L/h		1501.2	L/h
		L/dia		43804.8	L/dia		29273.4	L/dia
		L/mes		1314144	L/mes		878202	L/mes
		m3/mes		1314.144	m3/mes		878.202	m3/mes

Tabla 8. Resultados de análisis fisicoquímicos 2009

	promedio 2010	
<	0.005	mg/L
<	0.05	mg/L
<	0.02	mg/L
<	0.2	mg/L
<	0.1	mg/L
	132	mg/L
	731.25	mg/L
	54.195	mg/L
<	0.0075	mg/L
<	0.2	mg/L
	43.15	mg/L
	7.93	mg/L
<	0.2	mg/L
	119	mg/L
<	0.05	mg/L
	Ausente	-
	7.83	U de PH
	27.895	ºC
	2.285	mS/cm
	0.5205	L/s
	31.23	L/m
	1873.8	L/h
	36539.1	L/dia
	1096173	L/mes
	1096.173	m3/mes
	13154.08	m3/año 2010
	13154076	Lts/año 2010

Tabla 9. Promedio de Resultados de análisis fisicoquímicos 2010

10.2.3 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2011

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS			28-nov-11	
Arsénico Total	0.5	mg/L	<	0.005	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L	<	0.05	mg/L
Cianuros	1	mg/L	<	0.02	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L	<	0.2	mg/L
Cobre Total	10	mg/L	<	0.1	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L		325	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L		779.78	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L		77.79	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L	<	0.005	mg/L
Niquel Total	4	mg/L	<	0.2	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L		143.6	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L		10.6	mg/L
Plomo Total	1	mg/L	<	0.2	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L		134	mg/L
Zinc	6	mg/L	<	0.22	mg/L
Materia Flotante	Ausente	-		Ausente	Ausente/Presente
PH	5.5 a 10	U de PH		7.63	U de PH
Temperatura	40	ºC		23.13	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm		2.39	mS/cm
Flujo Volumétrico	N/A	L/s		0.26	L/s
		L/m		15.6	L/m
		L/h		936	L/h
		L/dia		18252	L/dia
		L/mes		547560	L/mes
		2011 m3/mes		547.56	m3/mes
				6570.72	m3/año 2011
				6570720	Lts/año 2011

Tabla 10. Resultados de análisis fisicoquímicos 2012

10.2.4 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2012

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS			17-may-12			21-nov-12	
Arsénico Total	0.5	mg/L	<	0.005	mg/L	<	0.001	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L	<	0.05	mg/L	<	0.05	mg/L

Cianuros	1	mg/L	<	0.02	mg/L	<	0.02	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.24	mg/L
Cobre Total	10	mg/L	<	0.1	mg/L	<	0.1	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L		668	mg/L		75	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L		1477.08	mg/L		133.55	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L		6.83	mg/L		7.82	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L	<	0.001	mg/L	<	0.001	mg/L
Niquel Total	4	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L		142.39	mg/L		35.4	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L		6.64	mg/L		3.03	mg/L
Plomo Total	1	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L		0.45	mg/L		10	mg/L
Zinc	6	mg/L	<	0.45	mg/L	<	0.21	mg/L
Materia Flotante	Ausente	-		Ausente	Ausente/Presente		Ausente	Ausente/Presente
PH	5.5 a 10	U de PH		7.53	U de PH		7.63	U de PH
Temperatura	40	ºC		23.56	ºC		20.43	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm		2.28	mS/cm		2.11	mS/cm
Flujo Volumétrico	N/A	L/s		0.351	L/s		0.169	L/s
		L/m		21.06	L/m		10.14	L/m
		L/h		1263.6	L/h		608.4	L/h
		L/dia		24640.2	L/dia		11863.8	L/dia
		L/mes		739206	L/mes		355914	L/mes
		m3/mes		739.206	m3/mes		355.914	m3/mes

Tabla 11. Resultados de análisi s fisicoquímicos 2012

	promedio 2012	
<	0.003	mg/L
<	0.05	mg/L
<	0.02	mg/L
<	0.22	mg/L
<	0.1	mg/L
	371.5	mg/L
	805.315	mg/L
	7.325	mg/L
<	0.001	mg/L
<	0.2	mg/L
	88.895	mg/L
	4.835	mg/L
<	0.2	mg/L

	5.225	mg/L
<	0.33	mg/L
	Ausente	Ausente/Presente
	7.58	U de PH
	21.995	ºC
	2.195	mS/cm
	0.26	L/s
	15.6	L/m
	936	L/h
	18252	L/dia
	547560	L/mes
	547.56	m3/mes
	6570.72	m3/año 2012
	6570720	Lts/año 2012

Tabla 12. Promedio de Resultados de análisis fisicoquímicos 2012

10.2.5 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2013

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS			26-jun-13			29-nov-13	
Arsénico Total	0.5	mg/L	<	0.001	mg/L	<	0.001	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L	<	0.05	mg/L	<	0.05	mg/L
Cianuros	1	mg/L	<	0.125	mg/L	<	0.125	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L	<	0.05	mg/L	<	0.05	mg/L
Cobre Total	10	mg/L	<	0.1	mg/L	<	0.1	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L		352	mg/L		392	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L		1018	mg/L		688.97	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L		7.8	mg/L		8	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L	<	0.001	mg/L	<	0.001	mg/L
Niquel Total	4	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L		74.26	mg/L		114.86	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L		12.69	mg/L		12.05	mg/L
Plomo Total	1	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L		100	mg/L		153.3	mg/L
Zinc	6	mg/L	<	0.1	mg/L	<	0.1	mg/L

Materia Flotante	Ausente	-		Ausente	Ausente/Presente		Ausente	Ausente/Presente
PH	5.5 a 10	U de PH		7.96	U de PH		7.97	U de PH
Temperatura	40	ºC		30.11	ºC		17.1	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm		1.53	mS/cm		1.77	mS/cm
Flujo Volumétrico	N/A	L/s		0.592	L/s		0.32	L/s
		L/m		35.52	L/m		19.2	L/m
		L/h		2131.2	L/h		1152	L/h
		L/dia		41558.4	L/dia		22464	L/dia
		L/mes		1246752	L/mes		673920	L/mes
		m3/mes		1246.752	m3/mes		673.92	m3/mes

Tabla 13. Resultados de análisis fisicoquímicos 2013

	promedio 2013	
<	0.001	mg/L
<	0.05	mg/L
<	0.125	mg/L
<	0.05	mg/L
<	0.1	mg/L
	372	mg/L
	853.485	mg/L
	7.9	mg/L
<	0.001	mg/L
<	0.2	mg/L
	94.56	mg/L
	12.37	mg/L
<	0.2	mg/L
	126.65	mg/L
<	0.1	mg/L
	Ausente	Ausente/Presente
	7.965	U de PH
	23.605	ºC
	1.65	mS/cm
	0.456	L/s
	27.36	L/m
	1641.6	L/h
	32011.2	L/dia
	960336	L/mes

	960.336	m3/mes
	11524.03	m3/año
	11524032	Lts/año 2013

Tabla 14. Promedio de Resultados de análisis fisicoquímicos 2013

10.2.6 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2014

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS			30-may-14			11-dic-14	
Arsénico Total	0.5	mg/L	<	0.001	mg/L	<	0.001	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L	<	0.05	mg/L	<	0.05	mg/L
Cianuros	1	mg/L	<	0.125	mg/L	<	0.02	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Cobre Total	10	mg/L	<	0.1	mg/L	<	0.1	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L		375	mg/L		410	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L		717.1	mg/L		859.9	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L		6	mg/L		85.4	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L	<	0.001	mg/L	<	0.001	mg/L
Niquel Total	4	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L		125.2	mg/L		131.4	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L		2.93	mg/L		13.6	mg/L
Plomo Total	1	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L		260	mg/L		505.6	mg/L
Zinc	6	mg/L	<	0.18	mg/L	<	0.19	mg/L
Materia Flotante	Ausente	-		Ausente	Ausente/Presente		Ausente	Ausente/Presente
PH	5.5 a 10	U de PH		7.4	U de PH		7.75	U de PH
Temperatura	40	ºC		27.08	ºC		20.46	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm		3.43	mS/cm		2.07	mS/cm
Flujo Volumétrico	N/A	L/s		0.388	L/s		0.388	L/s
		L/m		23.28	L/m		23.28	L/m
		L/h		1396.8	L/h		1396.8	L/h
		L/dia		27237.6	L/dia		27237.6	L/dia
		L/mes		817128	L/mes		817128	L/mes
		m3/mes		817.128	m3/mes		817.128	m3/mes

Tabla 15. Resultados de análisis fisicoquímicos 2014

	promedio 2014	
<	0.001	mg/L
<	0.05	mg/L
<	0.0725	mg/L
<	0.2	mg/L
<	0.1	mg/L
	392.5	mg/L
	788.5	mg/L
	45.7	mg/L
<	0.001	mg/L
<	0.2	mg/L
	128.3	mg/L
	8.265	mg/L
<	0.2	mg/L
	382.8	mg/L
<	0.185	mg/L
	Ausente	Ausente/Presente
	7.575	U de PH
	23.77	ºC
	2.75	mS/cm
	0.388	L/s
	23.28	L/m
	1396.8	L/h
	27237.6	L/dia
	817128	L/mes
	817.128	m3/mes
	9805.536	m3/año 2014
	9805536	Lts/año 2014

Tabla 16. Promedio de Resultados de análisis fisicoquímicos 2014

10.2.7 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2015

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS			05-may-15			23-nov-15	
Arsénico Total	0.5	mg/L	<	0.0014	mg/L	<	0.0025	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L	<	0.05	mg/L	<	0.05	mg/L
Cianuros	1	mg/L	<	0.02	mg/L	<	0.02	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L

Cobre Total	10	mg/L	<	0.1	mg/L	<	0.1	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L		64	mg/L		1410	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L		149.2	mg/L		2204.7	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L		7	mg/L		6.00	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L	<	0.001	mg/L	<	0.001	mg/L
Niquel Total	4	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L		37.7	mg/L		153.5	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L		1.92	mg/L		2.24	mg/L
Plomo Total	1	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L		32.2	mg/L		450	mg/L
Zinc	6	mg/L	<	0.12	mg/L	<	0.25	mg/L
Materia Flotante	Ausente	-		Ausente	Ausente/Presente		Ausente	Ausente/Presente
PH	5.5 a 10	U de PH		7.42	U de PH		8	U de PH
Temperatura	40	ºC		26.95	ºC		21.9	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm		2.34	mS/cm		2.56	mS/cm
Flujo Volumétrico	N/A	L/s		0.439	L/s		0.301	L/s
		L/m		26.34	L/m		18.06	L/m
		L/h		1580.4	L/h		1083.6	L/h
		L/dia		30817.8	L/dia		21130.2	L/dia
		L/mes		924534	L/mes		633906	L/mes
		s 2015m3/mes		925	m3/mes		634	m3/mes

Tabla 17. Resultados de análisis fisicoquímico

	promedio 2015	
<	0.00195	mg/L
<	0.05	mg/L
<	0.02	mg/L
<	0.2	mg/L
<	0.1	mg/L
	737	mg/L
	1176.95	mg/L
	6.5	mg/L
<	0.001	mg/L
<	0.2	mg/L
	95.6	mg/L
	2.08	mg/L

<	0.2	mg/L
	241.1	mg/L
<	0.185	mg/L
	Ausente	Ausente/Presente
	7.71	U de PH
	24.425	ºC
	2.45	mS/cm
	0.37	L/s
	22.2	L/m
	1332	L/h
	25974	L/dia
	779220	L/mes
	779	m3/mes
	9350.64	m3/año 2015
	9350640	Lts/año 2015

Tabla 18. Promedio de Resultados de análisis fisicoquímicos 2015

10.2.8 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2016

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS			20-may-16			25-nov-16	
Arsénico Total	0.5	mg/L	<	0.0042	mg/L	<	0.0018	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L	<	0.05	mg/L	<	0.05	mg/L
Cianuros	1	mg/L	<	0.02	mg/L	<	0.02	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Cobre Total	10	mg/L	<	0.01	mg/L	<	0.01	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L		289	mg/L		136	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L		880.5	mg/L		504	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L		6.2	mg/L		6	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L	<	0.001	mg/L	<	0.001	mg/L
Niquel Total	4	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L		167.9	mg/L		126	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L		1258	mg/L		1.3	mg/L
Plomo Total	1	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L		240	mg/L		73.3	mg/L
Zinc	6	mg/L	<	0.22	mg/L	<	0.15	mg/L
Materia Flotante	Ausente	-		Ausente	Ausente/Presente		Ausente	Ausente/Presente
PH	5.5 a 10	U de PH		7.45	U de PH		8.30	U de PH

Temperatura	40	ºC		27.03	ºC		24.5	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm		272.8333	mS/cm		251	mS/cm
Flujo Volumétrico	N/A	L/s		0.458	L/s		0.39	L/s
		L/m		27.48	L/m		23.4	L/m
		L/h		1648.8	L/h		1404	L/h
		L/dia		32151.6	L/dia		27378	L/dia
		L/mes		964548	L/mes		821,340	L/mes
		m3/mes		965	m3/mes		821.34	m3/mes

Tabla 19. Resultados de análisis fisicoquímicos 2016

	promedio 2016	
<	0.003	mg/L
<	0.05	mg/L
<	0.02	mg/L
<	0.2	mg/L
<	0.01	mg/L
	212.5	mg/L
	692.25	mg/L
	6.1	mg/L
<	0.001	mg/L
<	0.2	mg/L
	146.95	mg/L
	1.44	mg/L
<	0.2	mg/L
	156.65	mg/L
<	0.185	mg/L
	Ausente	Ausente/Presente
	7.874167	U de PH
	25.76667	ºC
	261.9167	mS/cm
	0.424	L/s
	25.44	L/m
	1526.4	L/h
	29764.8	L/dia
	892,944	L/mes
	892.94	m3/mes
	10715.33	m3/año 2016

10715328	Lts/año 2016

Tabla 20. Promedio de Resultados de análisis fisicoquímicos 2016

10.2.9 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2018

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS			07-feb-18			28-jun-18	
Arsénico Total	0.5	mg/L	<	0.001	mg/L	<	0.001	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L	<	0.002	mg/L	<	0.002	mg/L
Cianuros	1	mg/L	<	0.02	mg/L	<	0.02	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Cobre Total	10	mg/L	<	0.1	mg/L	<	0.1	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L		753	mg/L		268.5	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L		1624	mg/L		474.3	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L		0.6	mg/L		5.8	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L	<	0.001	mg/L	<	0.001	mg/L
Niquel Total	4	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L		140.8	mg/L		82.3	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L		7.42	mg/L		5.34	mg/L
Plomo Total	1	mg/L	<	0.2	mg/L	<	0.2	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L		295	mg/L		42.2	mg/L
Zinc	6	mg/L	<	0.21	mg/L	<	44	mg/L
Materia Flotante	Ausente	-		Ausente	Ausente/Presente		Ausente	Ausente/Presente
PH	5.5 a 10	U de PH		7.6	U de PH		7.55	U de PH
Temperatura	40	ºC		17.6	ºC		28.3	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm		305.16	mS/cm		297.5	mS/cm
Flujo Volumétrico	N/A	L/s		0.14	L/s		0.39	L/s
		L/m		8.4	L/m		23.40	L/m
		L/h		504	L/h		1,404.00	L/h
		L/dia		9828	L/dia		27,378.00	L/dia
		L/mes		294840	L/mes		821,340.00	L/mes
		m3/mes		294.84	m3/mes		821.34	m3/mes

Tabla 21. Resultados de análisis fisicoquímicos 2018

	05-dic-18			promedio 2018	
<	0.001	mg/L	<	0.0010	mg/L
<	0.002	mg/L	<	0.0020	mg/L
<	0.02	mg/L	<	0.0200	mg/L
<	0.2	mg/L	<	0.2000	mg/L
<	0.1	mg/L	<	0.1000	mg/L
	129.5	mg/L		383.6667	mg/L
	408.7	mg/L		835.6667	mg/L
	5.8	mg/L		4.0667	mg/L
<	0.001	mg/L	<	0.0010	mg/L
<	0.2	mg/L	<	0.2000	mg/L
	40.6	mg/L		87.9000	mg/L
	2.94	mg/L		5.2333	mg/L
<	0.2	mg/L	<	0.2000	mg/L
	143.3	mg/L		160.1667	mg/L
<	0.15	mg/L	<	14.7867	mg/L
	Ausente	Ausente/Presente		Ausente	Ausente/Presente
	6.7	U de PH		7.2833	U de PH
	20.83	ºC		22.2433	ºC
	2.21	mS/cm		201.6233	mS/cm
	0.59	L/s		0.37	L/s
	35.40	L/m		22.40	L/m
	2,124.00	L/h		1,344.00	L/h
	41,418.00	L/dia		26,208.00	L/dia
	1,242,540.00	L/mes		786,240.00	L/mes
	1,242.54	m3/mes		786.24	m3/mes
				9434.88	m3/año 2018
				9434880	Lts/año 2018

Tabla 22. Promedio de Resultados de análisis fisicoquímicos 2018

10.2.10 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE 2019

PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS			17-jun-19	
Arsénico Total	0.5	mg/L	<	0.001	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L	<	0.002	mg/L
Cianuros	1	mg/L	<	0.02	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L	<	0.2	mg/L
Cobre Total	10	mg/L	<	0.1	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L		196.8	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L		722.6	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L		5.8	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L	<	0.001	mg/L
Níquel Total	4	mg/L	<	0.2	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L		71.9	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L		7.4	mg/L
Plomo Total	1	mg/L	<	0.28	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L		28	mg/L
Zinc	6	mg/L	<	0.37	mg/L
Materia Flotante	Ausente	-		Ausente	Ausente/Presente
PH	5.5 a 10	U de PH		8	U de PH
Temperatura	40	ºC		26.3	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm		1.915	mS/cm
Flujo Volumétrico	N/A	L/s		0.39	L/s
		L/m		23.4	L/m
		L/h		1404	L/h
		L/día		27378	L/día
		L/mes		821340	L/mes
		m3/mes		821.34	m3/mes

Tabla 23. Resultados de análisis fisicoquímicos 2019

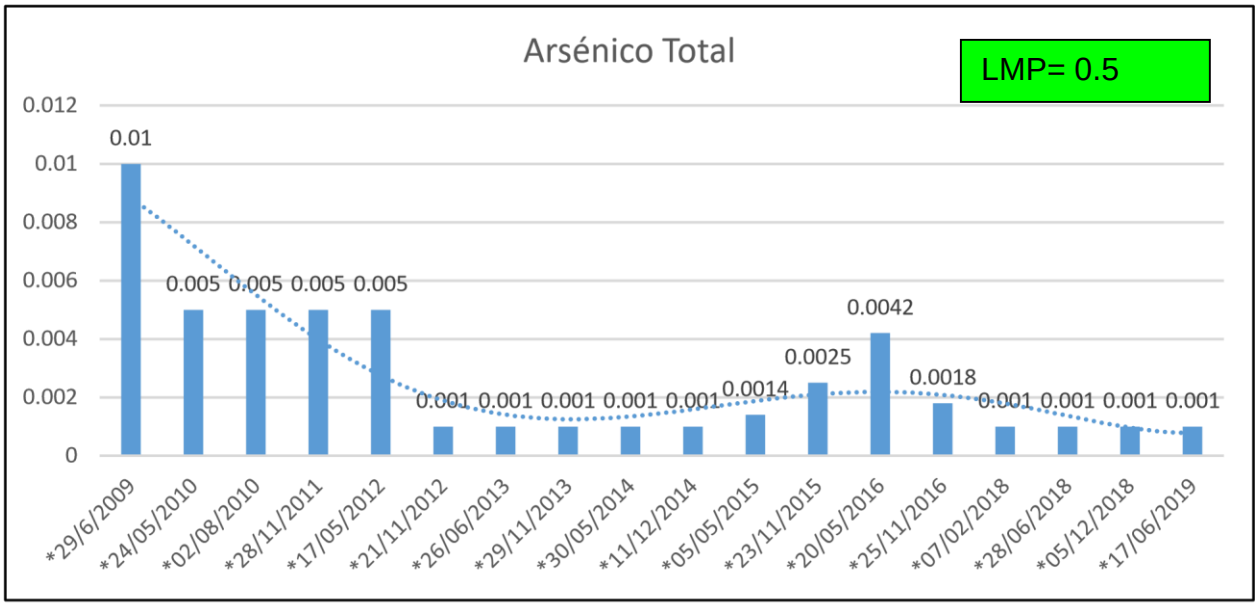
Para realizar la caracterización de las aguas residuales se realizó el muestreo y medición del caudal captando un total de 6 muestras simples para conformar la muestra compuesta a lo largo de 24 horas.

Se determinó in situ el pH, la temperatura, conductividad y el caudal. En laboratorio siendo este un servicio externo a la planta “proveedor de servicios” analizó cada muestra compuesta por la metodología indicada. El punto de muestreo se encuentra ubicado al sur de la planta justo a un costado de la estación de recepción de gas de la planta. (muestreo en anexo 1)

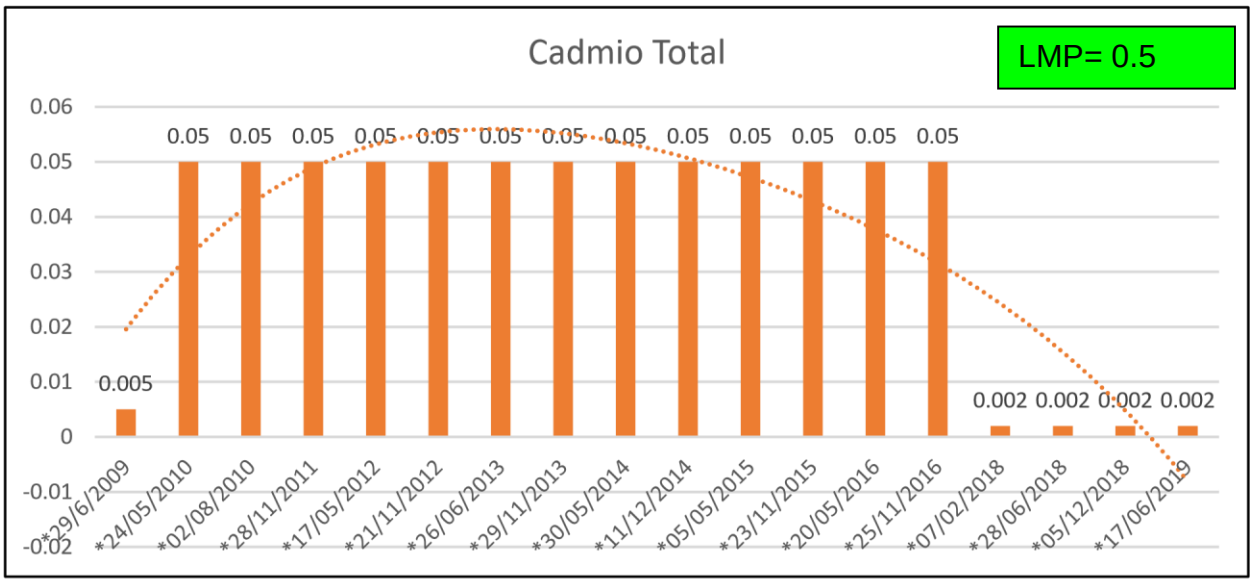
PARAMETROS A CONTROLAR	LIMITES MAXIMOS			13-nov-19	
Arsénico Total	0.5	mg/L	<	0.001	mg/L
Cadmio Total	0.5	mg/L	<	0.002	mg/L
Cianuros	1	mg/L	<	0.02	mg/L
Cromo Total	0.5	mg/L	<	0.2	mg/L
Cobre Total	10	mg/L	<	0.1	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	mg/L		581	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	150	mg/L		1282.6	mg/L
Grasas y Aceites	50	mg/L		5.8	mg/L
Mercurio Total	0.01	mg/L	<	0.001	mg/L
Níquel Total	4	mg/L	<	0.2	mg/L
Nitrógeno Kjeldahl	60	mg/L		425.2	mg/L
Fósforo Total	30	mg/L		5.2	mg/L
Plomo Total	1	mg/L	<	0.2	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	125	mg/L		450	mg/L
Zinc	6	mg/L	<	0.35	mg/L
Materia Flotante	Ausente	Ausente/Presente		Ausente	Ausente/Presente
PH	5.5 a 10	U de PH		7.916	U de PH
Temperatura	40	ºC		19.16	ºC
Conductividad Eléctrica	5	mS/cm		2.8716	mS/cm
Flujo Volumétrico	N/A	L/s		0.72	L/s
		L/m		43.20	L/m
		L/h		2,592.00	L/h
		L/dia		50,544.00	L/dia
		L/mes		1,516,320.00	L/mes
		m3/mes		1,516.32	m3/mes

Tabla 24. Resultados de análisis fisicoquímicos más actualizados del 2019.

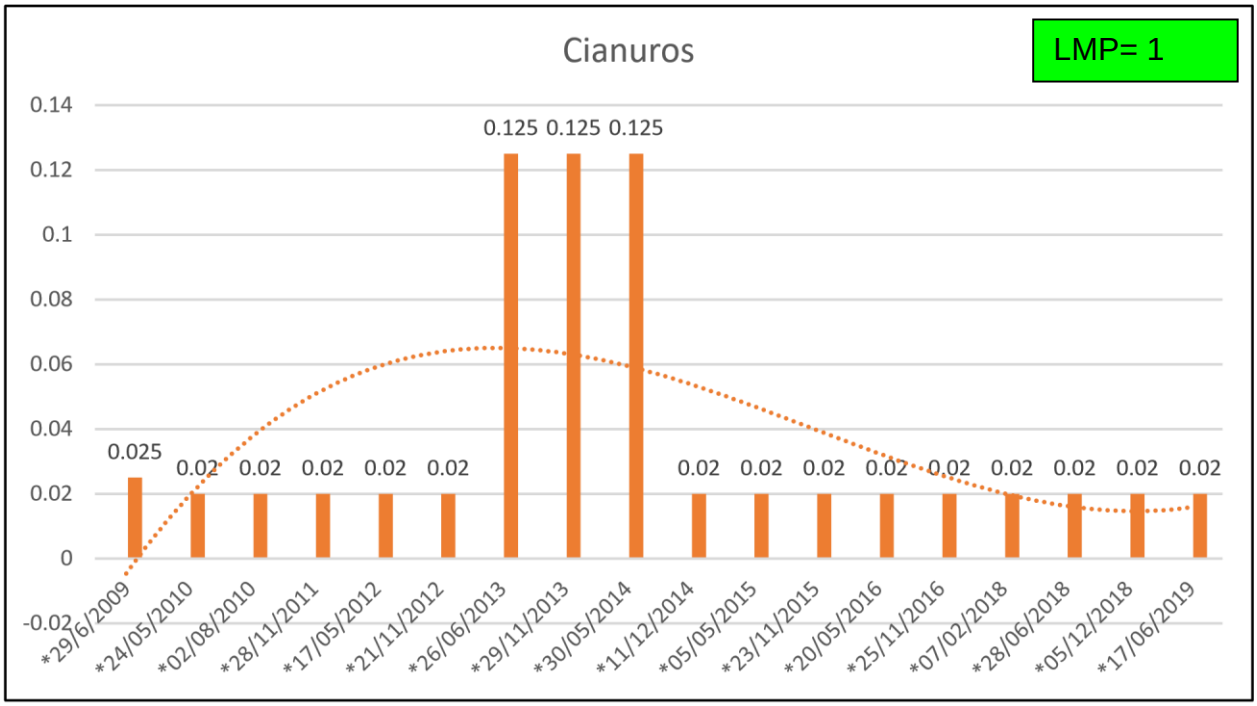
10.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS DE ESTUDIOS FISICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES



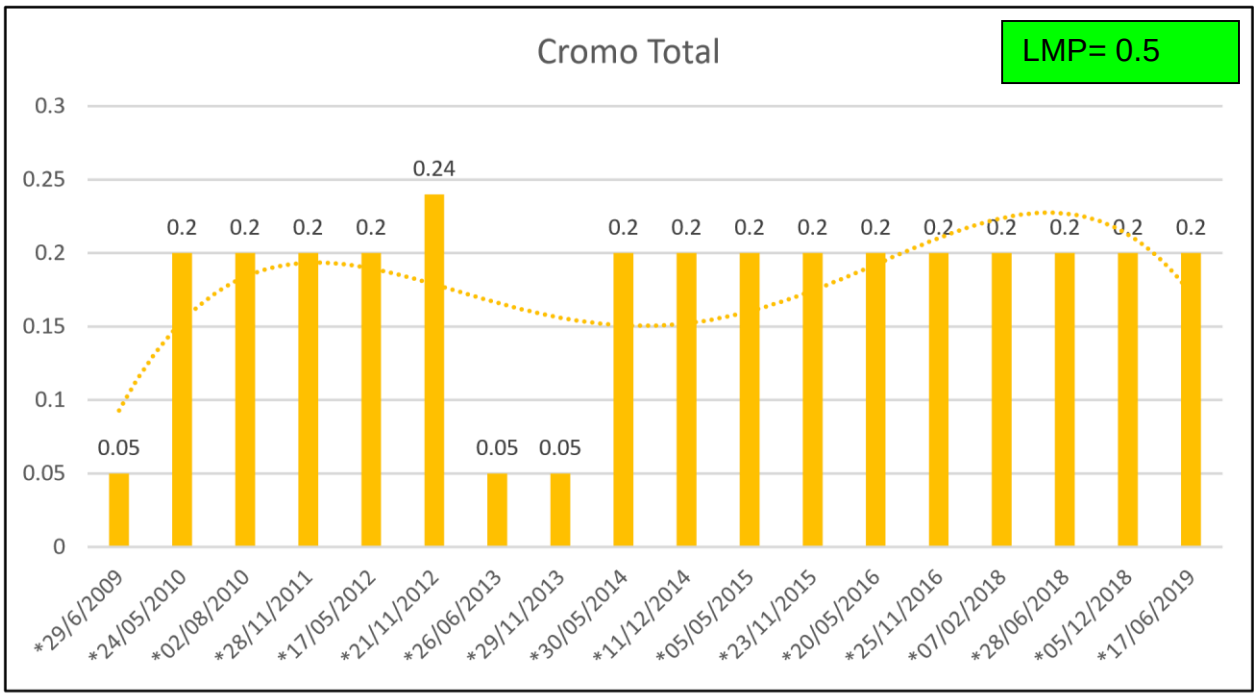
Grafica 1. Nivel de arsénico total en agua



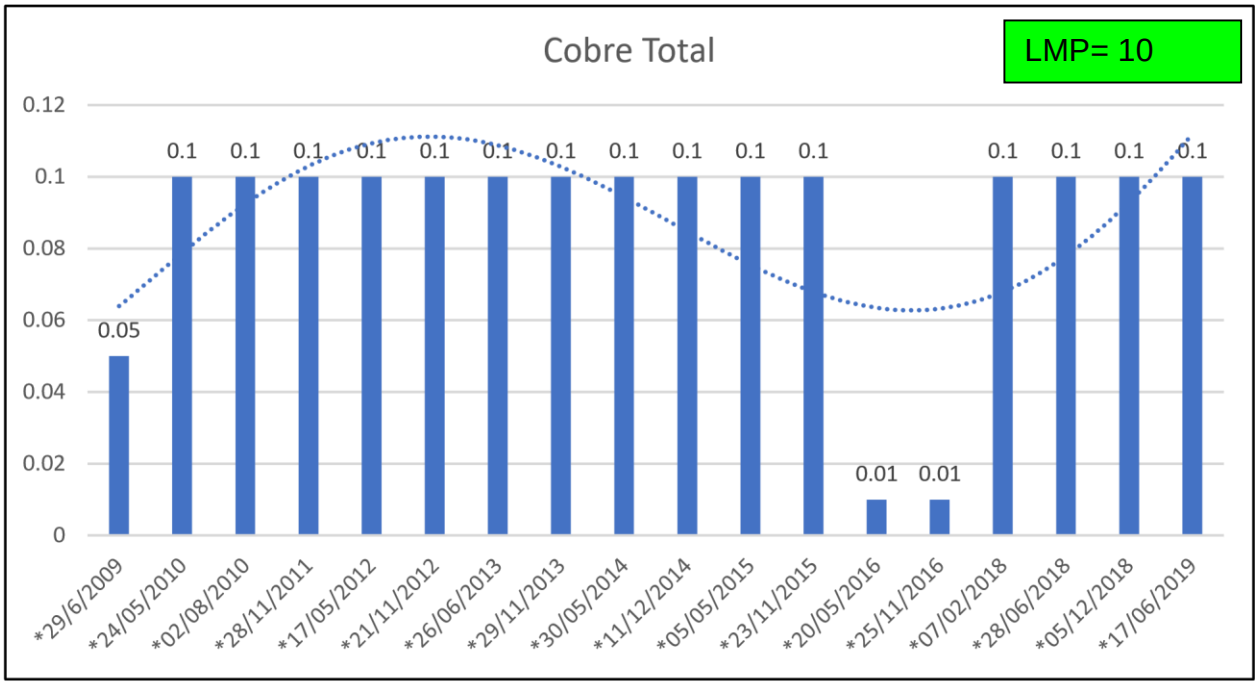
Grafica 2. Nivel de Cadmio total en agua



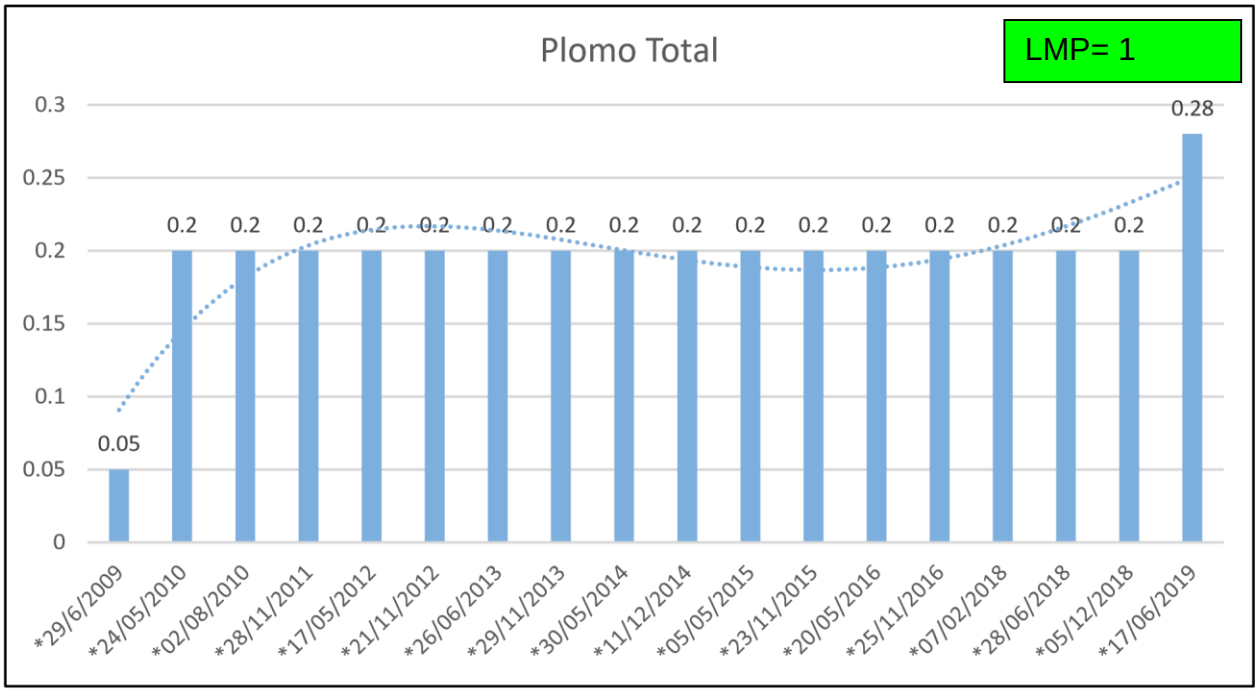
Grafica 3. Nivel de Cianuros total en agua



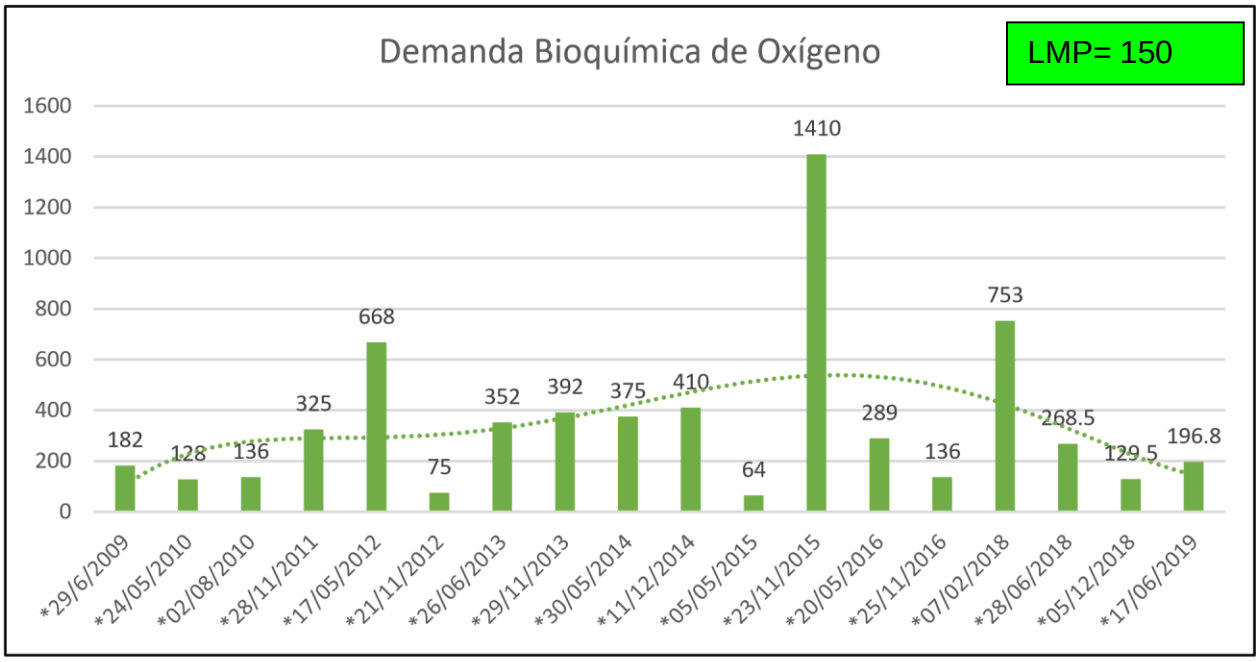
Grafica 4. Nivel de cromo total en agua



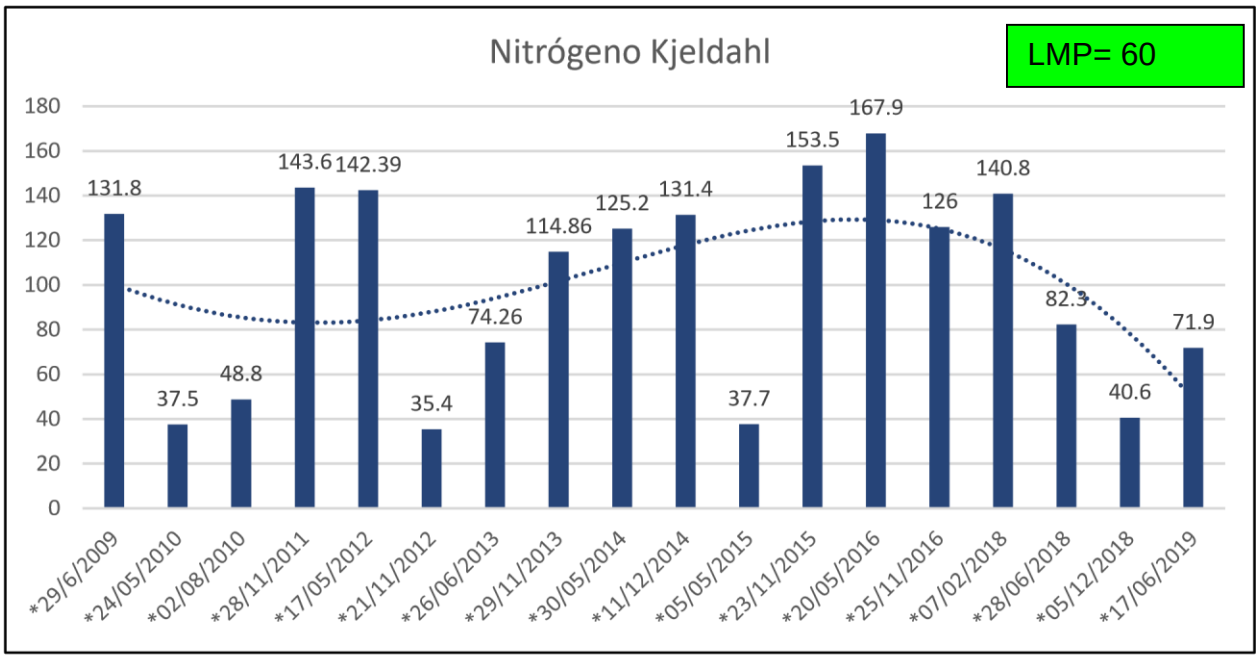
Grafica 5. Nivel de cobre total en agua



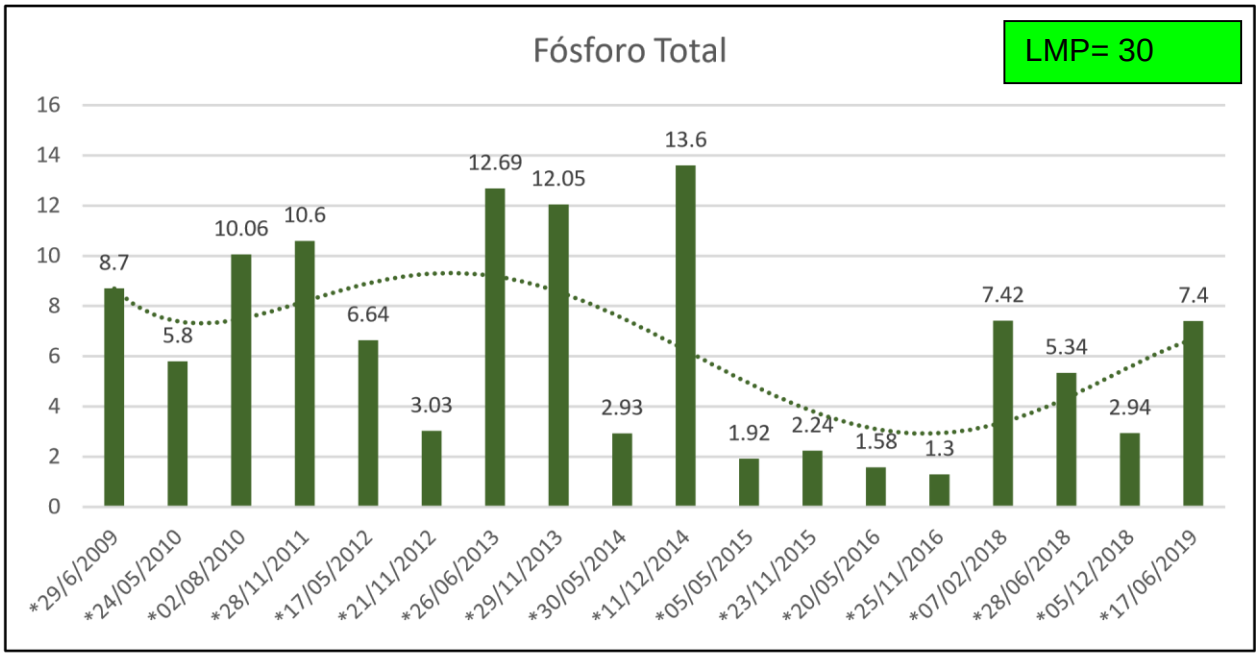
Grafica 6. Nivel de Plomo total en agua



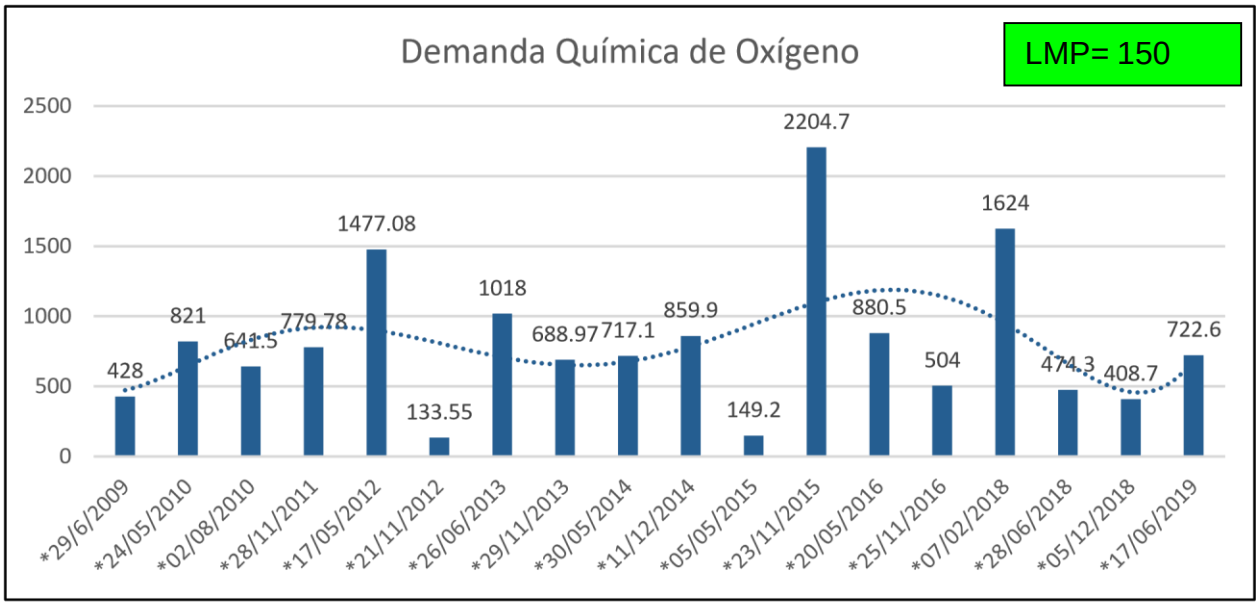
Grafica 7. Nivel de DBO total en agua



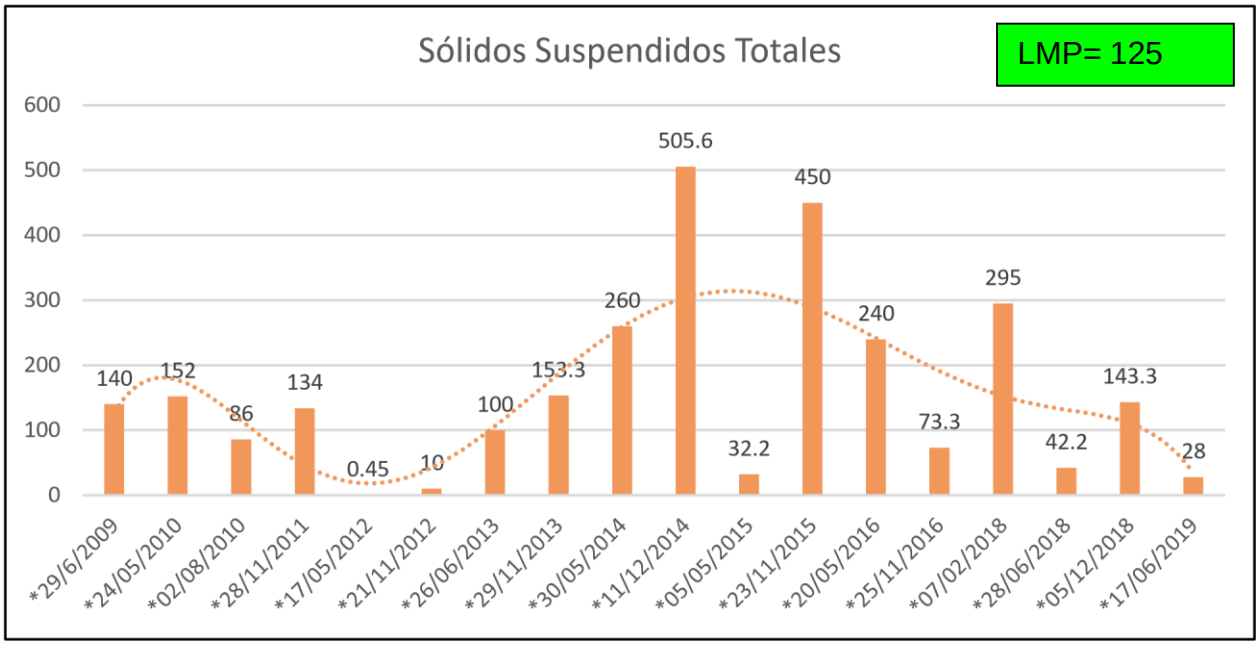
Grafica 8. Nivel de Nitrógeno Kjeldahl total en agua



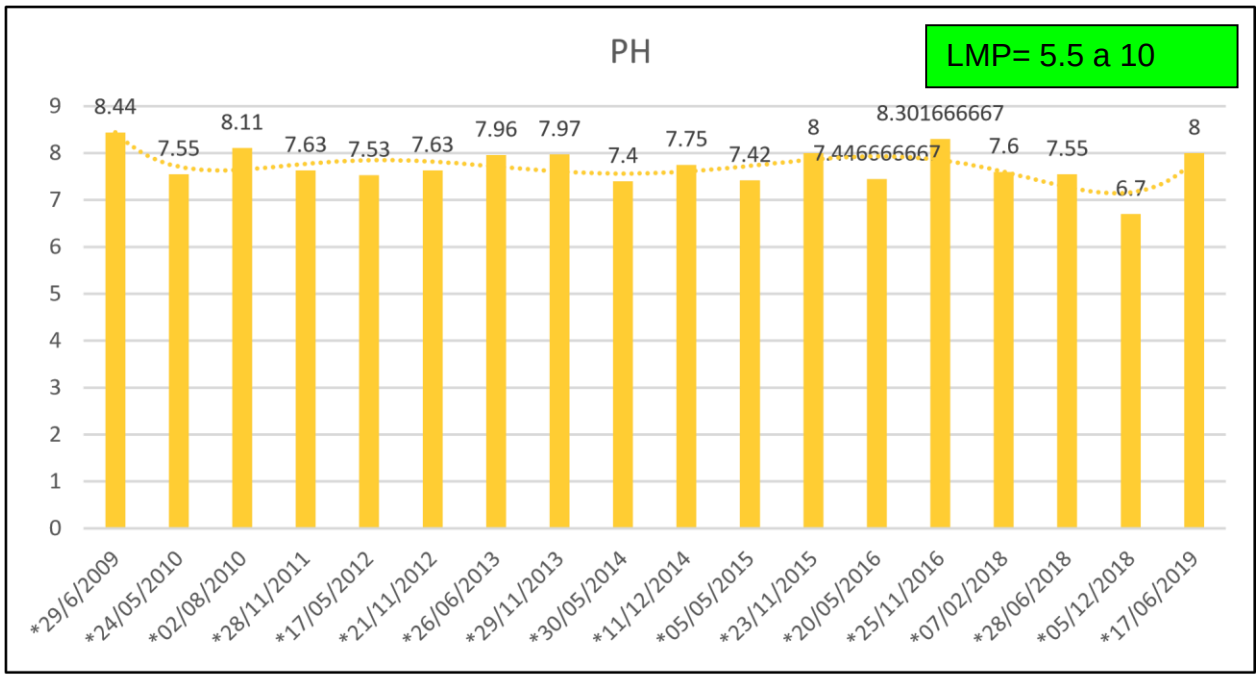
Grafica 9. Nivel de Fosforo total en agua



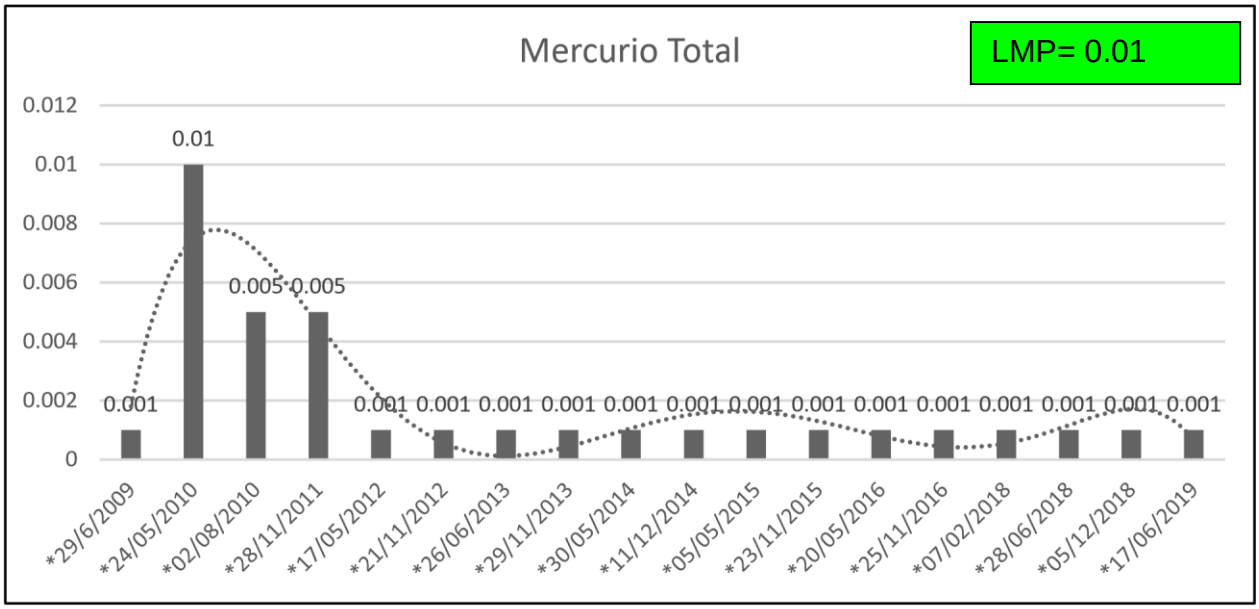
Grafica 10. Nivel de DQO en agua



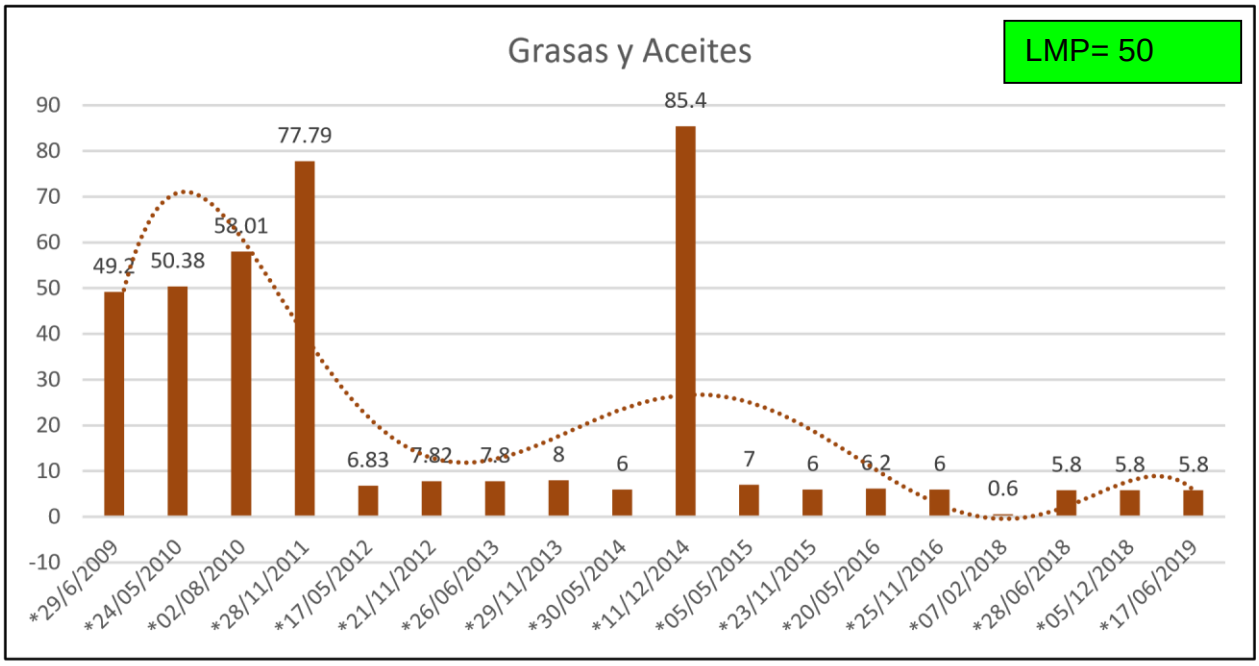
Grafica 11. Nivel de solidos suspendidos totales en agua



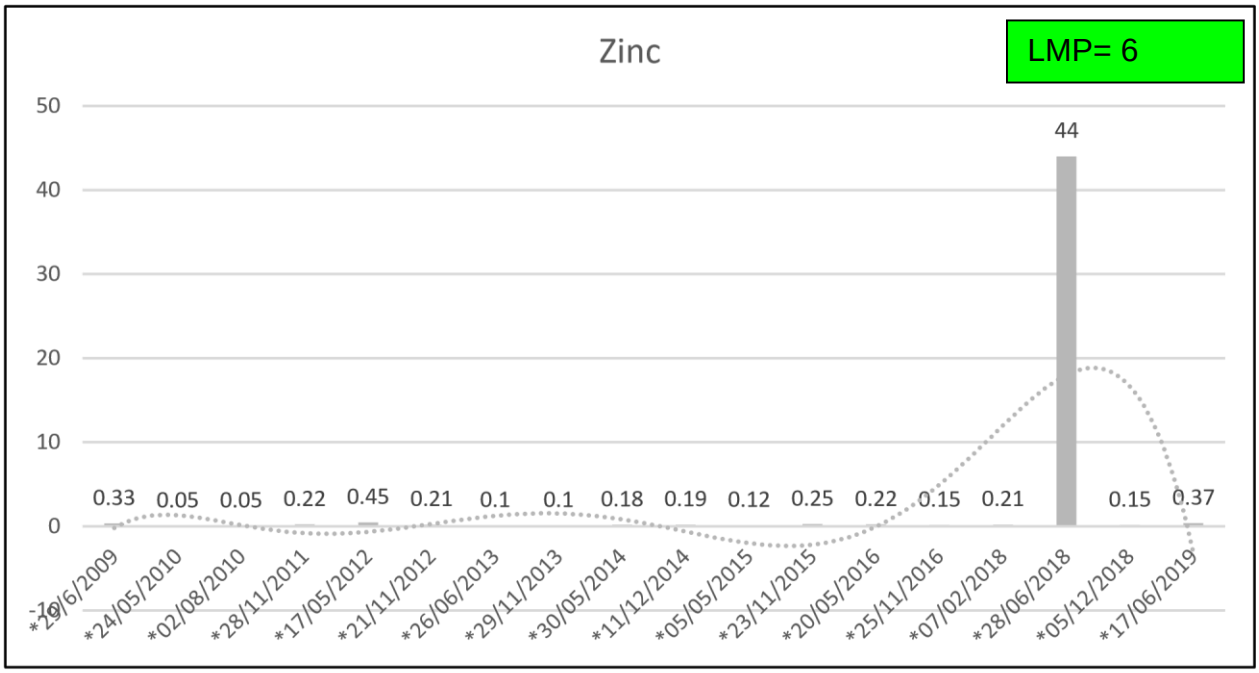
Grafica 12. Nivel de PH en agua



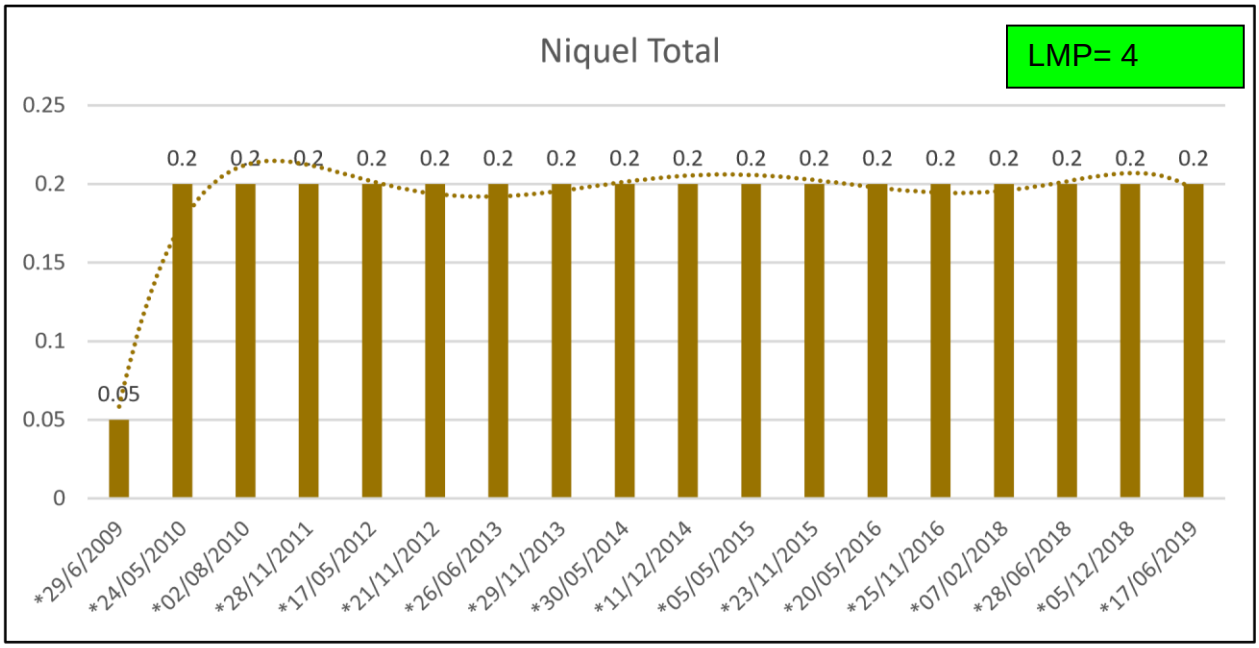
Grafica 13. Nivel de Mercurio total en agua



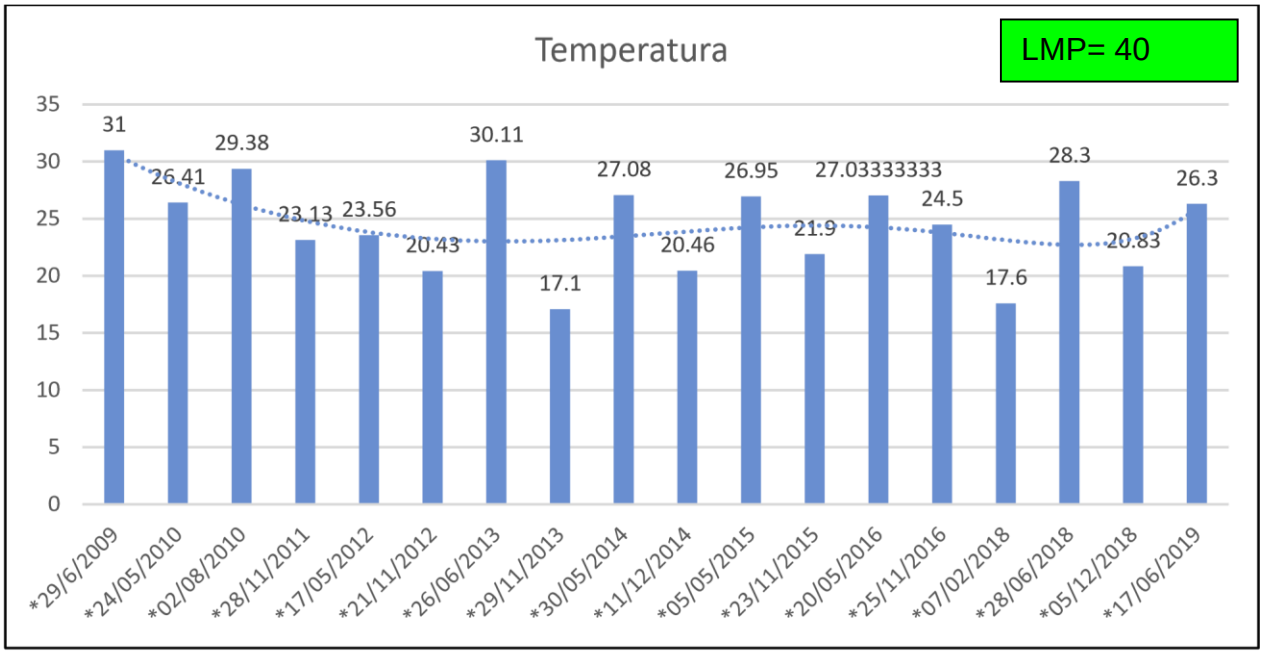
Grafica 14. Nivel de grasas y aceites en agua



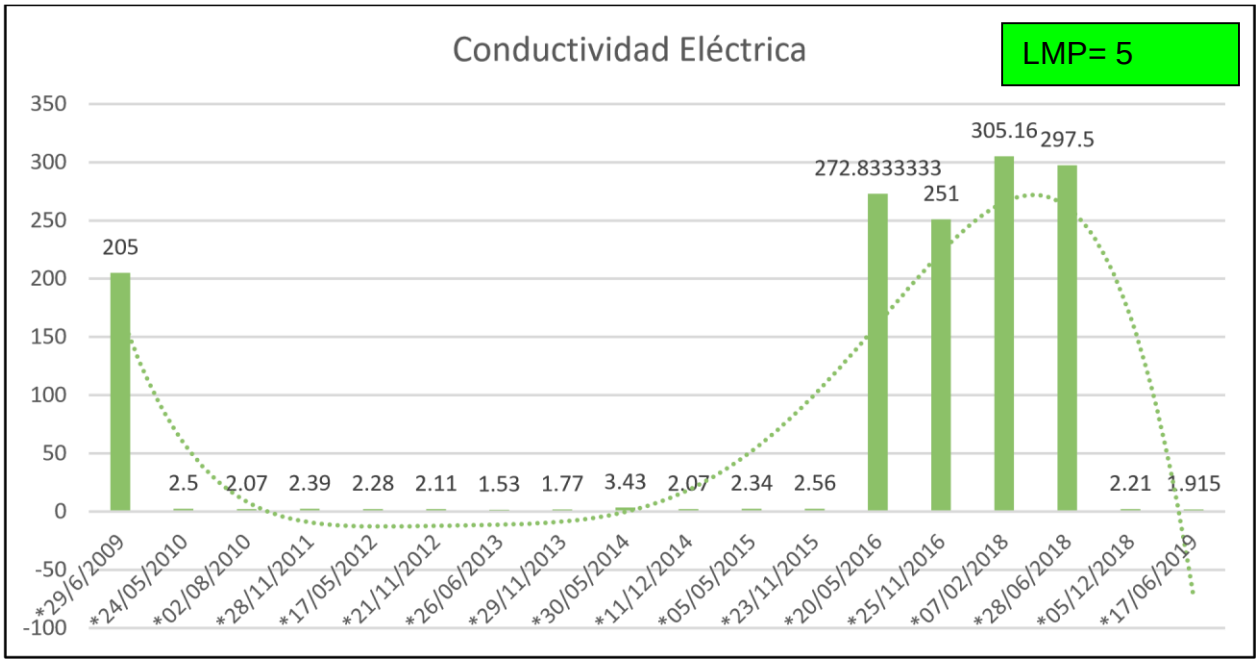
Grafica 15. Nivel de zinc en agua



Grafica 16. Nivel de Níquel total en agua



Grafica 17. Temperatura de agua residual.



Grafica 18. Nivel de conductividad eléctrica del agua.

10.4 ANÁLISIS DE DATOS DE NIVELES DE CONTAMINANTES EN AGUAS DEL CENTRO TECNOLÓGICO LENOVO.

Basándome en los límites que establece el parque podemos darnos cuenta de ciertos parámetros que se encuentran dentro de lo establecido por el parque y la norma oficial mexicana, Arsénico Total, Cadmio Total, Cianuros, Cromo Total, Cobre Total, Mercurio Total, Níquel Total, Fósforo Total, Plomo Total, PH Temperatura, el Zinc se sale de los límites en 2018 únicamente, pudiéndose tomar como un incremento extraordinario por algún tipo de derrame o circunstancia fuera de control, para las grasas y aceites tenemos 3 años en los que los límites son por encima de los límites permisibles, después del último análisis en el que los valores fueron elevados se implementó como pretratamiento una trampa de grasa para eliminar en mayor numero el contaminante de las agua ya que las descargas del comedor eran las causantes de los altos niveles de grasas y aceite en esos años.

Gracias a las gráficas nos podemos dar cuenta de tendencias extrañas en los análisis como la de la conductividad eléctrica como propiedad de las muestras extraídas de las aguas residuales en el caso de la conductividad puede deberse a que en esos años las aguas residuales eran muy duras, esto se traduce a que contenían cantidades considerables de sales o incluso presencia de minerales y metales disueltos en las aguas, generando picos en algunos años de nuestro historial de análisis de aguas residuales.

Los valores más altos en nuestro análisis de datos corresponden a la demanda química de oxigeno (DQO) este es el parámetro que constantemente esta fuera de los límites máximos permisibles posteriormente la demanda bioquímica de oxígeno, es un poco menos contante que los DQO´s sin embargo sus niveles en algunos años sobrepasan los niveles hasta 9 veces el valor de permitido por la norma siendo un parámetro alarmante al analizar los datos, el nitrógeno de Kjeldhal en el agua y los sólidos suspendidos totales son de igual manera contantemente superiores a lo permitido por la norma.

Es de vital importancia darle un seguimiento constante a los análisis de agua para no generar un incumplimiento con las normatividades mexicanas en cuestiones de descargas de aguas y materia ambiental.

Gracias al análisis podemos constatar que es importante contar con un previo tratamiento de nuestras aguas residuales previo a ser descargadas al drenaje del parque industrial por motivos antes mencionados, existe pretratamiento en la planta, sin embargo, como antes se menciona es una trampa de grasa dedicada exclusivamente para el área de la cocina donde solo controla el parámetro de las grasas y aceites y quizá materia flotante que pueda alterar nuestros parámetros, como es lógico esto no es suficiente para mejorar nuestra calidad de agua residual descargada, es necesario hacer uso de los servicios de

una PTAR propia para el centro tecnológico Lenovo para cumplir con los lineamientos establecidos por el parque y la normativa mexicana.

Esta planta de tratamiento de aguas residuales debe de estar construida para soportar el volumen de descarga de agua que se genera y poder contar con un sobre diseño para futuras expansiones, tener una PTAR puede traer beneficios no solo en base a lograr el cumplimiento con el contrato del parque industrial si no la reutilización de esas aguas tratadas para uso de riego a los alrededores en jardinería y áreas verdes, incluso ser usado como agua para la planta en cuestiones sanitarias / potable y teniendo un panorama más extenso, hasta generar agua potable para comunidades cercanas, apoyando al medio ambiente y evitando más contaminación ambiental.

Contaminantes más elevados del agua y sus efectos para la clasificación en la que se encuentra Lenovo son:

ANÁLISIS PRINCIPAL	**CONTAMINANTE CONSIDERADO**	**EFECTO.**
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Materia orgánica biodegradable	Abatimiento del oxígeno disuelto en cuerpo receptor. Crecimiento de microorganismos.
Demanda química de oxígeno (DQO) o Carbón orgánico total (COT)	Materia orgánica tota	Mismos que DBO. Acumulación en cuerpo receptor. Riesgos de toxicidad.
Nitrógeno total Kjeldhal (NTK), nitratos y nitritos (NO_3, NO_2), fósforo total (Pt), ortofosfatos (PO^3_4)	Nitrógeno y fósforo	Nutrientes que provocan eutrofización en cuerpos de agua. Contaminación de acuíferos.

Tabla 25. Contaminantes del agua y sus efectos.

11. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (PTAR)

El tratamiento de aguas y las plantas de tratamiento de agua son un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es que a través de los equipamientos elimina o reduce la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final. Debido a que las mayores exigencias en lo referente a la calidad del agua se centran en su aplicación para el consumo humano y animal estos se organizan con frecuencia en tratamientos de potabilización y tratamientos de depuración de aguas residuales, aunque ambos comparten muchas operaciones.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) se pueden considerar como un proceso productivo: las salidas son los contaminantes removidos de las aguas residuales crudas y la entrada es el costo de operación y mantenimiento de la planta). Estas plantas son utilizadas en la remoción de contaminantes presentes en el agua residual cruda, y deben responder a una alta variabilidad temporal del flujo o caudal de entrada, así como a la variabilidad de las concentraciones o componentes propios de estas aguas residuales. Esto requiere una interacción en los mecanismos biológicos, físicos y químicos entre los procesos unitarios, los fenómenos hidrodinámicos y la adaptabilidad del consorcio microbiano ante las condiciones ambientales cambiantes (Hong, 2003; Bdour A, 2009).

Se han definido elementos esenciales para el dimensionamiento y diseño de las PTAR (Gernaey, 2004), como la caracterización del agua residual cruda, la finalidad del modelo de la PTAR, el sistema hidráulico, el análisis del modelo en estado estacionario, la calibración del modelo, entre otros. Sin embargo, la mejor tecnología disponible de PTAR debe estar articulada con los conceptos ambientales, económicos y de sostenibilidad a largo plazo (Schoenberger, 2009); por ello, para seleccionar la mejor tecnología existen aspectos de evaluación que consideran: la caracterización del agua residual cruda o influente, la tecnología apropiada al ambiente local, el cumplimiento normativo de vertimiento, la evaluación de factores ambientales externos a la PTAR, la evaluación de la viabilidad económica, la evaluación de factores tecnológicos de operación y mantenimiento (Chung, 2013).

La metodología de selección tecnológica más apropiada para el tratamiento de las aguas residuales debe ayudar en la toma de decisiones en inversión de recursos económicos para descontaminar los cuerpos de aguas (Geldermann, 2004). Por ello esta debe estar basada en factores de sostenibilidad, el análisis del ciclo de vida y los costos asociados a la inversión, operación y mantenimiento. Una opción metodológica es la técnica de toma de decisiones multicriterio para evaluar diferentes alternativas tecnológicas de

PTRA, en condiciones complejas y con enfoques estructurados y lógicos de toma de decisión.

Actualmente no existe una metodología estandarizada o reglamentada para la selección de PTAR; aun cuando en la legislación y normativa vigente se consideran algunos principios y criterios para la selección del tratamiento de las aguas residuales, específicamente no se establece una metodología apropiada.

12. LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE LA PTAR

Es necesario tener un panorama más amplio para la localización más óptima de la PTAR para ello se realiza un análisis de la topografía básica en cuanto a nivel del terreno para contemplar la dirección de las aguas residuales y aprovecharlas. De igual manera para aprovechar la inclinación del terreno para beneficio de algunos tratamientos que lo requieran.

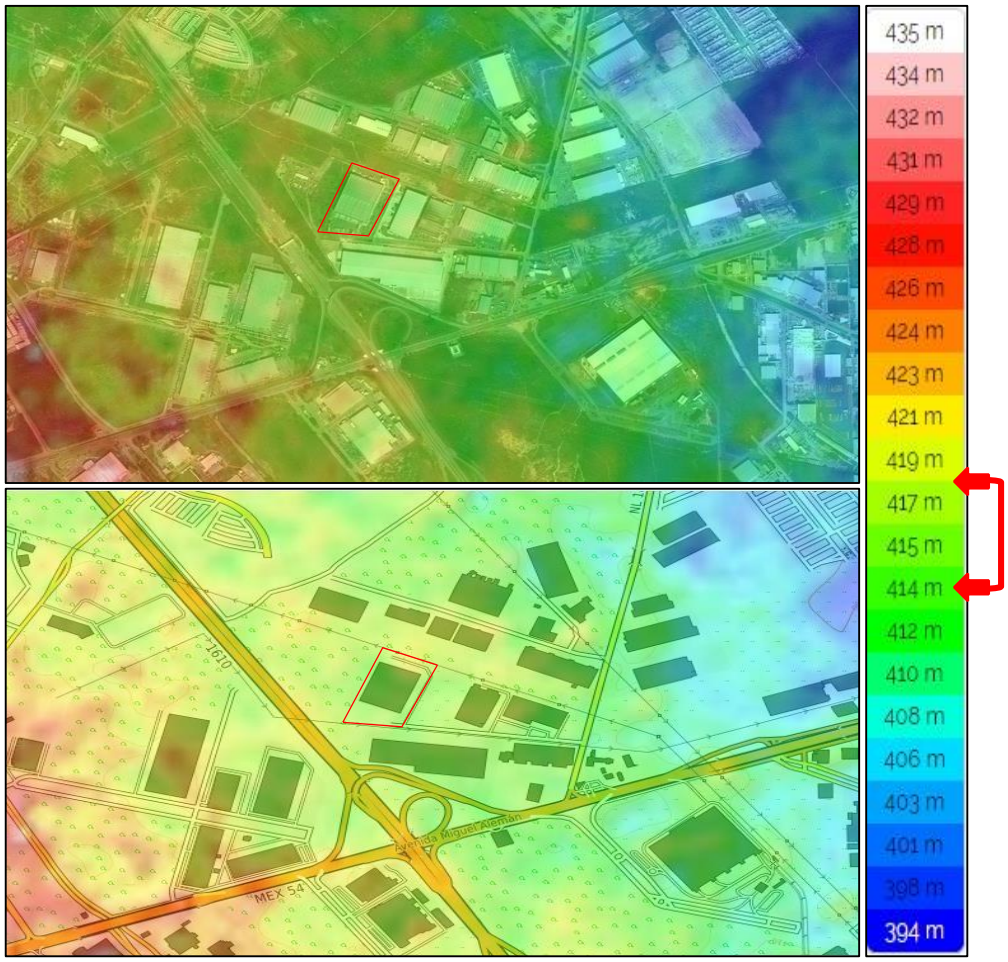


Figura 7. Mapa topográfico de sección de Apodaca y escala de niveles.

Realizando un análisis del terreno respecto a los niveles del suelo, se identifica de que el rango de diferencia por área no es demasiado elevado ya que se encuentra entre los 414m a 418m máximo en el área del centro tecnológico Lenovo, la intención del estudio de nivel de suelo es para tener un panorama más amplio de la ubicación más óptima en la que pudiese instalarse la planta de tratamiento de agua de la planta, ubicarla en los puntos más bajos y al final de las descargas residuales con el fin de aprovechar el flujo natural (alcantarillado) del agua y minimizar el uso de bombas de agua para suministrar la PTAR.

Otro factor muy importante para determinar la ubicación más óptima de la PTAR es la dirección de los vientos predominantes en la zona, en este caso del municipio de Apodaca en base a los datos estadísticos que contempla el gobierno del estado de Nuevo León en sus estudios de desarrollo sustentable.

En relación a la dirección del viento por zona, se tiene que los vientos dominantes provenían de las siguientes direcciones.

zona (Estación)	**Dirección del viento predominante**
Sureste	Este-Noreste.
Noroeste	Este-Sureste.
centro	Norte.
Noroeste	Este-Sureste.
Suroeste	Este.
Norte	Este.

Tabla 26. Dirección del viento predominante por zonas.

La planta “Centro tecnológico Lenovo” se ubica al noreste de la zona metropolitana de Monterrey por lo tanto tenemos vientos predominantes en dirección “ESTE - SURESTE”

Tomando en consideración los puntos antes mencionados se puede establecer los puntos óptimos para ubicar una PTAR, tomando como criterios principales la eficiencia de recepción de aguas residuales, el mínimo uso de bombas para mover las A.R. y evitar los males olores en las instalaciones generados por la degradación de los contaminantes contenidos en las aguas dependiendo la tecnología implementada como pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario.

Estos criterios no serán siempre respetados ya que de igual manera la disposición de terreno en ocasiones no es favorable, ya sea por la cantidad de m^2 disponibles, la obstrucción de ciertas zonas concurridas ya sea por vehículos o personal, por cuestiones

estéticas, incluso por cuestiones del gasto por accesorios o complementos para lograr hacer funcionar el sistema de manera correcta y óptima.

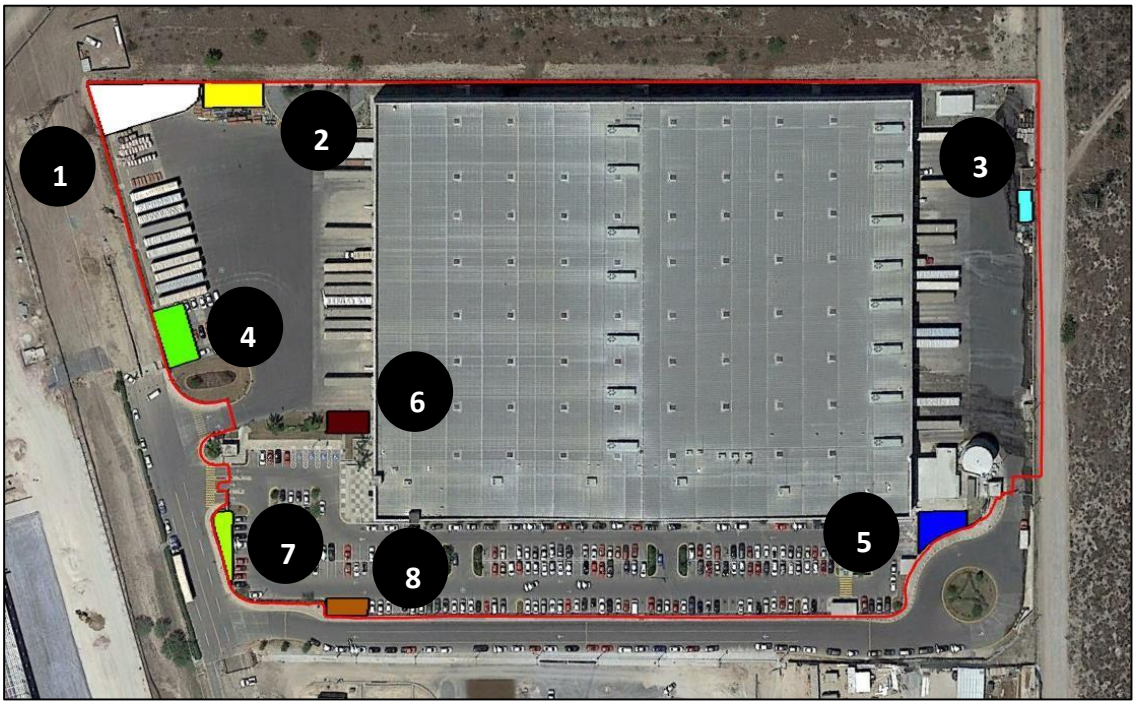
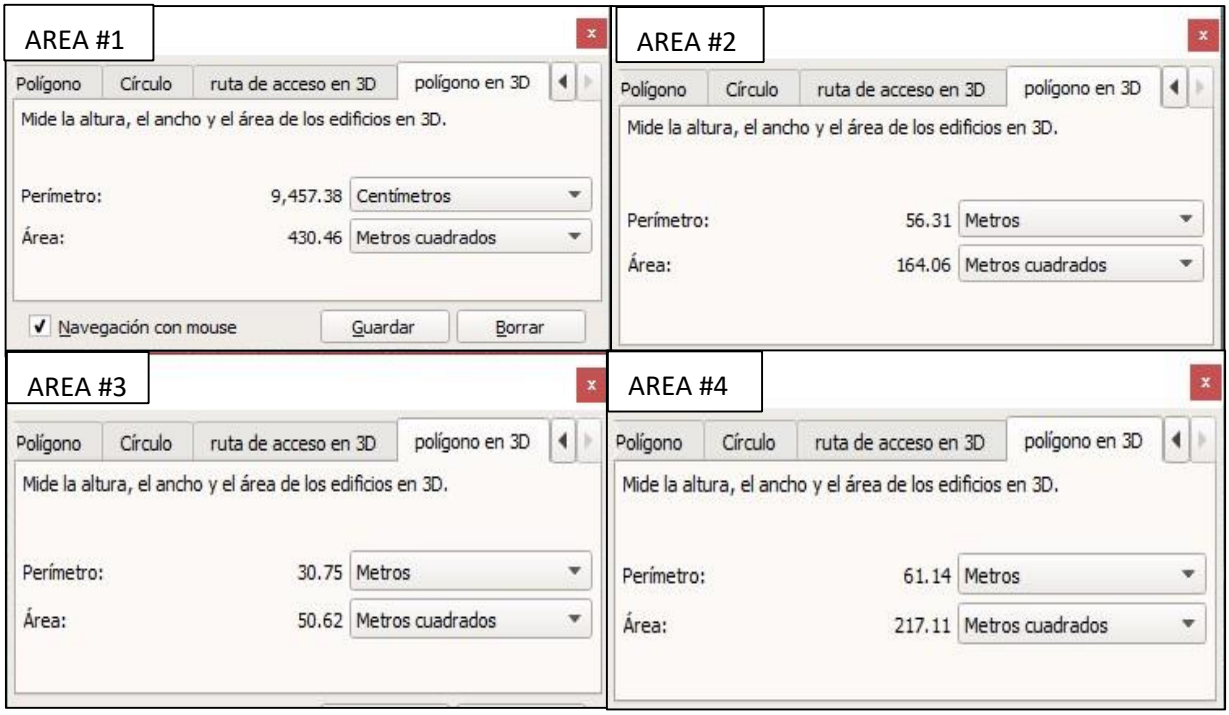


Figura 8. Vista satelital de planta con posibles áreas más óptimas para instalación de PTAR



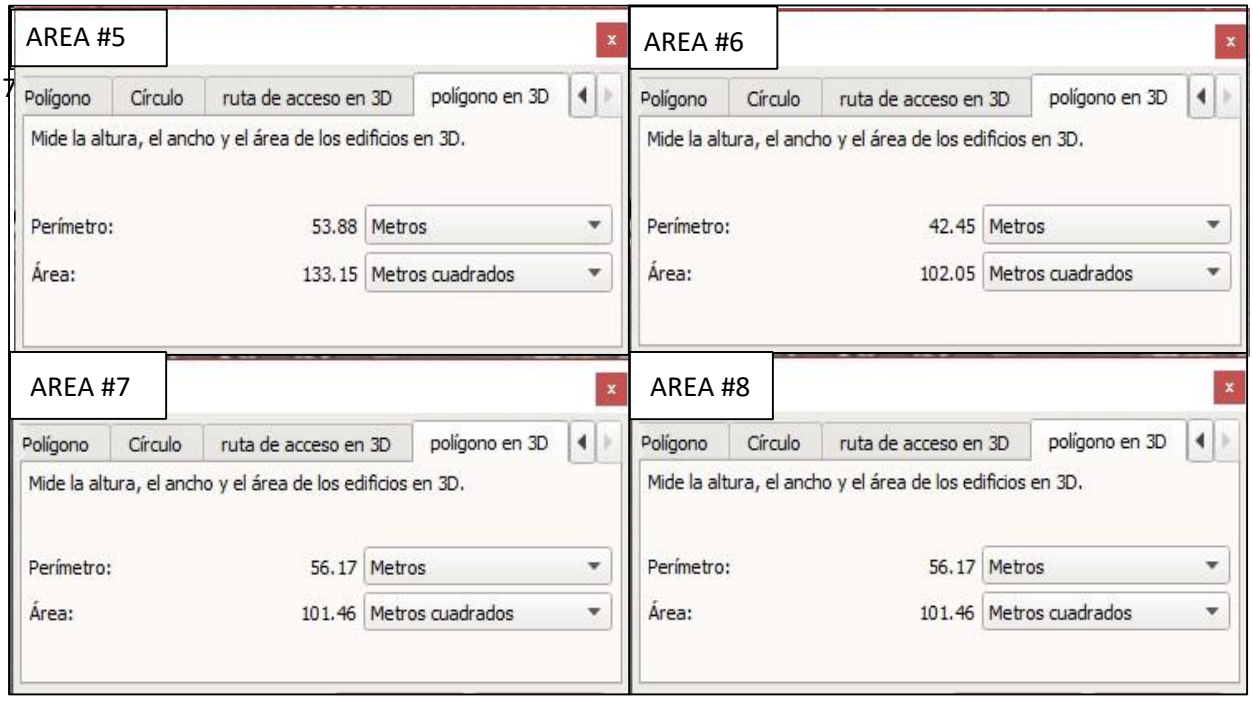


Figura 9. Características por área de mejores opciones de localización de la PTAR

13. TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MÁS ÓPTIMA.

El objetivo de todos los métodos de tratamiento de las aguas residuales empleados hasta ahora, ha sido en base a la transformación de un residuo que pueda evacuarse sin perjuicios y en ciertos casos evitar la contaminación de las aguas y bienes nacionales.

El diseño y criterio que se utilizó para la elaboración de un tratamiento efectivo para las aguas residuales de acuerdo a cada una de las características que se determinaron por medio de los análisis fisicoquímicos a las aguas residuales de la planta.

La tecnología aplicable puede variar dependiendo de las necesidades para cumplir con la normatividad exigida, de las características de las aguas residuales y de los flujos volumétricos a tratar, sin embargo, esto dependiendo de los costos de inversión y del mantenimiento es más probable implementar tecnología de bajo costo.

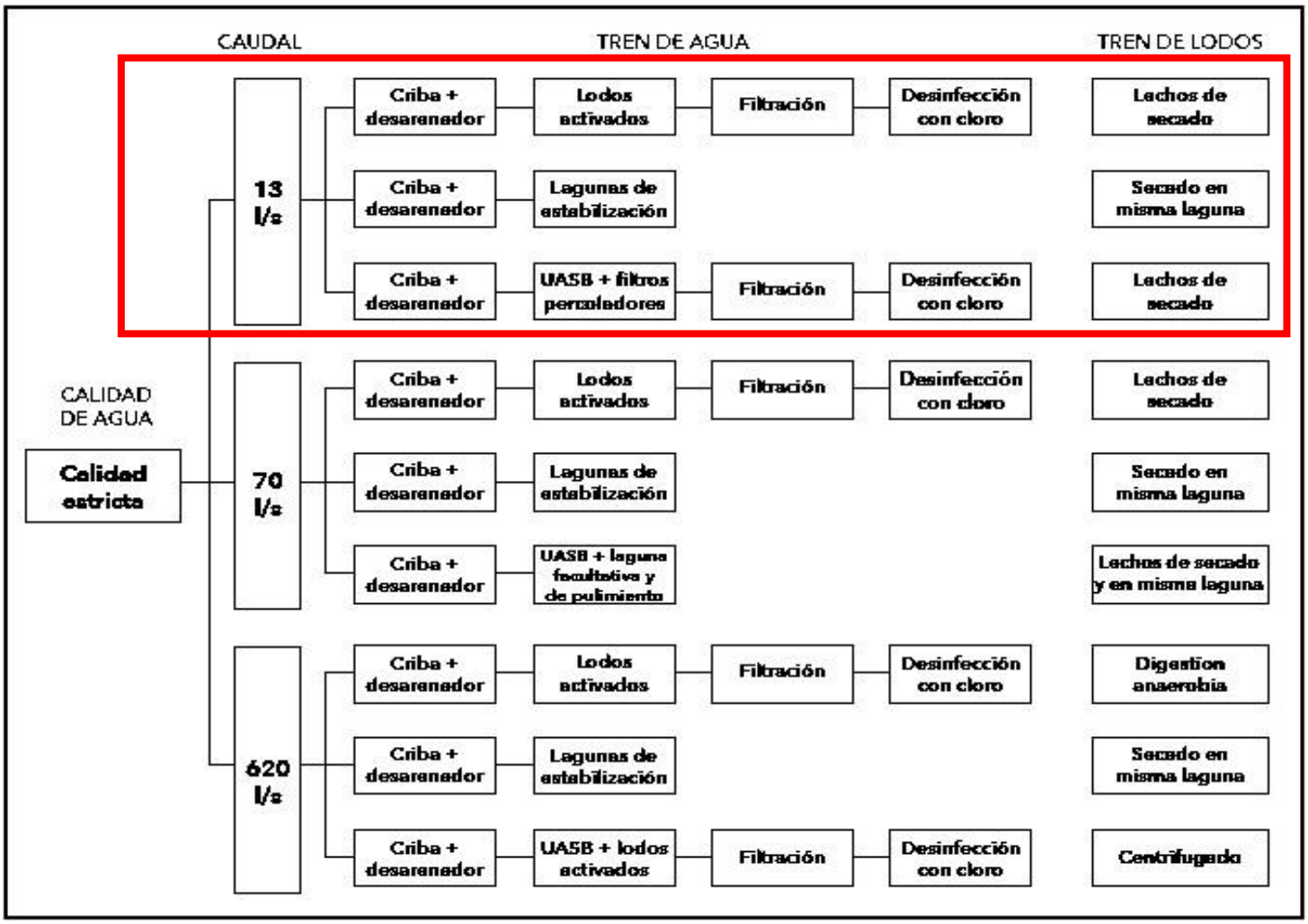


Figura 10. Configuración de trenes de tratamiento más comunes según su caudal.

Nuestro caudal máximo o el que los resultados de los muestreos de aguas residuales nos arrojan son de 0.72 L/s por lo tanto consideramos un flujo muy bajo para las tecnologías de PTAR convencionales o los trenes comunes que podemos llegar a considerar sin embargo son tecnologías que pueden diseñarse según las necesidades del flujo y de los contaminantes y el objetivo que se desee conseguir, en nuestro caso es disminuir los niveles de los parámetros que nos llevan fuera de los límites permisibles por norma.

Tecnología de tratamiento	Eficiencia de remoción de contaminantes (%)				Referencia.
	SST	DBO	DQO	N Total.	
Desarenador	0-10 0-10	0-5 0-5	0-5 0-5	-	• Metcalf & Eddy (2001) • RAS (2000)
Sedimentador primario	50–65 40–70 50–70	30–40 25–40 40–62	30–40 - -	10-20 - -	• Metcalf & Eddy (2001) • Yáñez (1995 • Fair (1954)
Tanque imhoff	50	40	-	-	Tchobanoglous (2000)
Filtro anaerobio	60–70	65–80	60–80	-	• RAS (2000) • Rodríguez et al. (2006)
UASB	60–80 60–70 72 -	60–70 65–80 83 -	- 60–80 74 -	- - - 55–78	• Torres (2000) • RAS (2000) • Valencia (2002) • Lettinga et al (1983)
UASB-Laguna facultativa	84	88	-	-	CDMB (2006
UASB- lodo activado	85–95 84–86	85–95 87–93	- -	15–25 20–90	• Van Haandel – Lettinga • Torres (2000)
Reactor anaerobio de flujo pistón RAP	60–70	65–80	60–80	-	• RAS (2000)
Reactor anaerobio de contacto	-	-	75–90	-	• Rodríguez et al. (2006)
Reactor anaerobio de lecho fluidizado	-	-	80–85	-	• Rodríguez et al. (2006)
Lodo activado convencional	80–90 85–98 55–95 80–90	80–95 70–98 55–95 85–93	80–95 - 50–80	15-20 - - 30–40	• RAS (2000) • Yáñez (1995) • Fair (1954) • Von Sperling (1996)
Lodo activado-aireación prolongada	80–90	93–98	-	15–30	• Von Sperling (1996)
Filtro percolador	70–90 60–85 85–95 65–85	60–85 65–80 80–93 65–85	- 60–80 - 65–85		• Yáñez (1995) • Metcalf & Eddy (2001) • Von Sperling (1996) • RAS (2000)
Laguna aerobia	-	60–80	-	-	• Ferrer (2009)
Laguna anaerobia	- -	50–85 30–70	- -	- -	• Mara (1980) • Arceivala (1984)

	20–60	50–70	-	-	• RAS (2000)
Laguna aireada	- - 85–95	80–95 50–60 80–95	- - -	- - -	• Mara (1980) • Mendoza (2000) • RAS (2000)
Laguna facultativa	63–75 85–95 90–99	80–90 90–95 75–95	- 70–80 -	- - -	• RAS (2000) • Fair (1954) • Yáñez (1995)
Biodiscos	- 85–95 80–85	85–95 85–93 80–85	- - 80–85	- - 15–20	• Liu & Liptack (2000) • Torres et al. (2006) • Metcalf & Eddy (2001)

Tabla 27. Efectividad de remoción de contaminantes por tecnología.

NIVEL DE TRATAMIENTO	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	DBO_5
Pretratamiento	5-15	5-10
Tratamientos primarios	40-70	25-40
Tratamientos secundarios	80-90	80-95
Tratamiento terciarios	90-95	95-98

Tabla 28. Rendimientos medios de depuración (%) según la base de tratamiento

Tecnologías implícitas en el tratamiento de aguas y avanzadas:

- Coagulación y Floculación.

  Es importante tener en cuenta que para que un tratamiento de aguas residuales industriales sea efectivo es necesario combinar diferentes tecnologías, en tal sentido el proceso de coagulación y floculación es uno de los más eficientes que combinado con otros procesos pueden arrojar resultados significativos en coordinación con los parámetros exigidos por la normatividad ambiental.

  Los procesos de coagulación-floculación facilitan el retiro de los Sólidos Totales y de las partículas coloidales. Esto permite retirar la carga contaminante y además mejorar en parte la calidad del agua, lo cual favorece los ecosistemas y cuerpos de agua cuando el agua es vertida en éstos. La coagulación se define como la desestabilización de la suspensión coloidal causada por la adición de un reactivo químico llamado coagulante, mientras que la Floculación se limita a los fenómenos de transporte de las partículas coaguladas para provocar colisiones entre ellas promoviendo su aglomeración. La coagulación-floculación permite la reducción del DBO y la DQO lo cual es significativo para obtener un agua de mejor calidad.

- Lechos Biológicos.

  Los lechos biológicos son métodos ampliamente conocidos que han sido utilizados en procesos de tratamiento del agua tanto domestica como industrial, este proceso es de bajo costo siempre que su instalación y mantenimiento no demanden una gran capacidad.

  El lecho bacteriano es un sistema biológico aerobio de cultivo fijado a un medio soporte o relleno que puede ser de material plástico o natural, las aguas residuales son vertidas a este sistema lentamente, el agua al pasar por el lecho bacteriano sufre un proceso de tratamiento en el cual se retira la carga contaminante de las aguas residuales, este proceso se desarrolla a través de una biopelícula que es una capa de microorganismos que crecen adhiriéndose al material soporte. El lecho bacteriano debe funcionar aireado y 48 no saturado de agua, este proceso requiere de un sistema de ventilación, pero es importante mantener una temperatura que permita el funcionamiento del lecho en óptimas condiciones. A este proceso se puede agregar la recirculación que es el paso del agua varias veces por el sistema. Este proceso presenta algunos problemas, como son: la puesta en marcha puede tardar más de 8 días, el lecho bacteriano es susceptible a cambios y esto puede causar su pérdida, debido a partículas de granulometría elevada y altas cargas para depurar, los olores del filtro pueden causar proliferación de moscas y formación de espumas en el drenaje debido a los tensoactivos de detergentes.

- Tanques de Lodos Activos.

  El tratamiento se proporciona mediante difusión de aire por medios mecánicos en el interior de tanques. Durante el tratamiento los microorganismos forman flóculos que posteriormente se dejan sedimentar en un tanque, denominado tanque de clarificación. El sistema básico comprende, pues, un tanque de aireación y un tanque de clarificación por los que se hacen pasar los lodos varias veces

- Tratamiento Microbiológico Anaerobio y Aerobio.

  Consiste en una serie de procesos microbiológicos, dentro de uno o varios recipientes que puede ser hermético o no, dirigidos a la digestión de la materia orgánica con producción de metano. Es un proceso en el que pueden intervenir diferentes tipos de microorganismos pero que está dirigido principalmente por bacterias.

  Los objetivos del tratamiento microbiológico son tres:

  - Reducir el contenido de materia orgánica de las aguas
  - Reducir su contenido en nutrientes

- Eliminar los patógenos y parásitos

Estos objetivos se logran por medio de procesos aerobios y anaerobios, en los cuales la materia orgánica es metabolizada por diferentes cepas bacterianas.

- Humedales Artificiales.

Este sistema consiste en la reproducción controlada de las condiciones existentes en los sistemas lagunares someros o de aguas lentas los cuales, en la naturaleza, efectúan la purificación del agua. Esta purificación involucra una mezcla de procesos bacterianos aerobios-anaerobios que suceden en el entorno de las raíces de las plantas hidrófilas, las cuales a la vez que aportan oxigeno consumen los elementos aportados por el metabolismo bacterial y lo transforman en follaje.

- Filtro percolador en contacto con sólidos(TF/SC)

Consiste en un filtro percolador, un tanque de aireación de contacto, y un clarificador final. Las modificaciones de este sistema incluyen un tanque de aireación del fango recirculado y el uso de clarificadores - floculadores. Los filtros percoladores se dimensionan para eliminar la mayor parte de la DBO, normalmente del 60 al 85 por ciento. Los sólidos biológicos desprendidos en el filtro percolador (biotorre) se concentran mediante la recirculación en el tanque de contacto. En el interior de éste, el cultivo en suspensión se airea durante menos de una hora, provocando la floculación de los sólidos suspendidos y una mayor eliminación de la DBO soluble.

- Osmosis inversa

Es una de las tecnologías más novedosas y destacables dado que su aplicación es amplia en cuanto al tratamiento del agua, esta tecnología se basa en la aplicar presión en un cilindro rodeado de una membrana que permite el paso del agua, es un proceso muy eficiente.

Su proceso consiste en que el agua contaminada con diversos elementos como virus y solidos totales pasa por una membrana donde se aplica una presión y esta contiene orificios que van desde micras a mili micras, esto es lo que permite la eficiencia ya que únicamente deja pasar el agua limpia.

- Sistemas de filtrado eficiente.

Existen diversos tipos de filtros que permiten también la purificación del agua, entre estos se encuentran los filtros de cartucho, arena y filtros lentos de arena principalmente. En esencia filtrar es remover partículas sólidas que contiene el agua. Los filtros de cartucho generalmente están dentro de un envase fabricado a partir de un polímero o un metal, este contiene un material que puede ser de polipropileno, cerámica, de celulosa o poliéster, su vida útil es limitada dependiendo de la calidad del agua y de la cantidad que se filtra a través de este medio.

Según su utilidad y características se pueden encontrar varios tipos de filtros:

Filtros de malla	Su elemento filtrante es una malla metálica o plástica. Sobre esta se van depositando las partículas que tienen un tamaño mayor al orificio que dejan las rejillas. Existen filtros que se pueden lavar con retro lavado, estos se pueden cambiar según el tiempo de uso o caudal del agua filtrada.
Filtros de arena	Se utiliza arena de cuarzo o sílice principalmente, estos filtros tienen gran capacidad de retener impurezas dependiendo de la granulometría de la arena, pueden ser usados para grandes volúmenes de agua bien sea a presión o por gravedad.
Discos (anillas)	Es la unión de filtros de arena y malla, este posee bajo volumen de filtrado, con una alta eficiencia en la separación de sólidos dependiendo del número de capas filtrantes, este permite escoger el tamaño de los pasos de agua y determinar las dimensiones de los sólidos cuyo paso se pretende impedir.
Filtros de carbón activado	El carbón activado es un material que permite la retención de diversos contaminantes del agua, permitiendo entre otras cosas retirar el mal olor y sabor del agua.
Nano filtración	La nano filtración es un proceso de filtración por membranas operadas bajo presión en la que solutos de bajo peso molecular (1000 daltons) son retenidos. Esto provee un rango de selectividad entre las membranas de Ultrafiltración y Osmosis Inversa, permitiendo simultáneamente concentración y desalado de solutos orgánicos. Esto permite la eliminación de metales pesados, eliminación de pesticidas, ablandamiento de aguas y eliminación de nitratos
Lecho Bacteriano	El lecho bacteriano es un proceso de tratamiento ampliamente conocido y que ha sido utilizado tanto en procesos de tratamiento de aguas urbanas como industriales, su efectividad es conocida, este proceso es de bajo costo y por esto se plantea

Tabla 29. Sistema de filtrado eficiente.

- Sistemas avanzados de desinfección del agua.

En cuestión a la desinfección del agua existen varios métodos que permiten eliminar del agua posibles bacterias que puedan ser nocivas para la salud, estas tecnologías se pueden simplificar en tres principalmente:

Luz ultravioleta.	La luz proviene de radiación electromagnética emitida por la región del espectro que ocupa la posición intermedia entre la luz visible y los rayos X. este designa tres áreas que son: UV-A, UV-B Y UV-C. Esta última se encuentra la mayor acción germicida, lo cual corresponde a una longitud de onda con mayor poder germicida es de 254 nanómetros. Cuando la luz UV hace contacto con los microorganismos que contiene el agua, penetra su membrana exterior y destruye el DNA (ácido nucleico), material genético esencial para todo organismo viviente.
Ozonización del agua.	El tratamiento de agua con ozono se viene utilizando desde hace más de 100 años, en la actualidad este método se ha desarrollado gracias a la tecnología, el ozono actúa como el agente oxidante natural más rápido y efectivo que existe. Es un poderoso bactericida, virulicida y fungicida. El ozono destruye los microorganismos rompiendo por oxidación su capa protectora (lípidos). El uso del ozono en el tratamiento del agua es ampliamente utilizado tanto a nivel industrial como doméstico. La acción oxidante del ozono puede presentarse de tres formas diferentes: como oxidante primario, fijando uno de sus átomos de oxígeno, como oxidante secundario, fijando sus tres átomos de oxígeno en un enlace doble o triple y como catalizador del oxígeno, acelerando la velocidad de las reacciones de oxidación en el aire ozonizado.
Cloración del agua.	La cloración del agua es el método más utilizado de desinfección del agua, este permite eliminar las bacterias que pueden causar enfermedades, la mayor parte de los acueductos utilizan el proceso de cloración por ser más económico y poseer una eficiencia significativa. La desinfección del agua por cloración se logra mediante la adición de hipoclorito de sodio (conocido comúnmente como cloro) al agua, el cual elimina la mayoría de bacterias, hongos, virus, esporas y algas presentes en el agua. Es importante mantener un residual no mayor a 0.5 partes por millón (ppm)

Tabla 30. Sistemas avanzados de desinfección de agua.

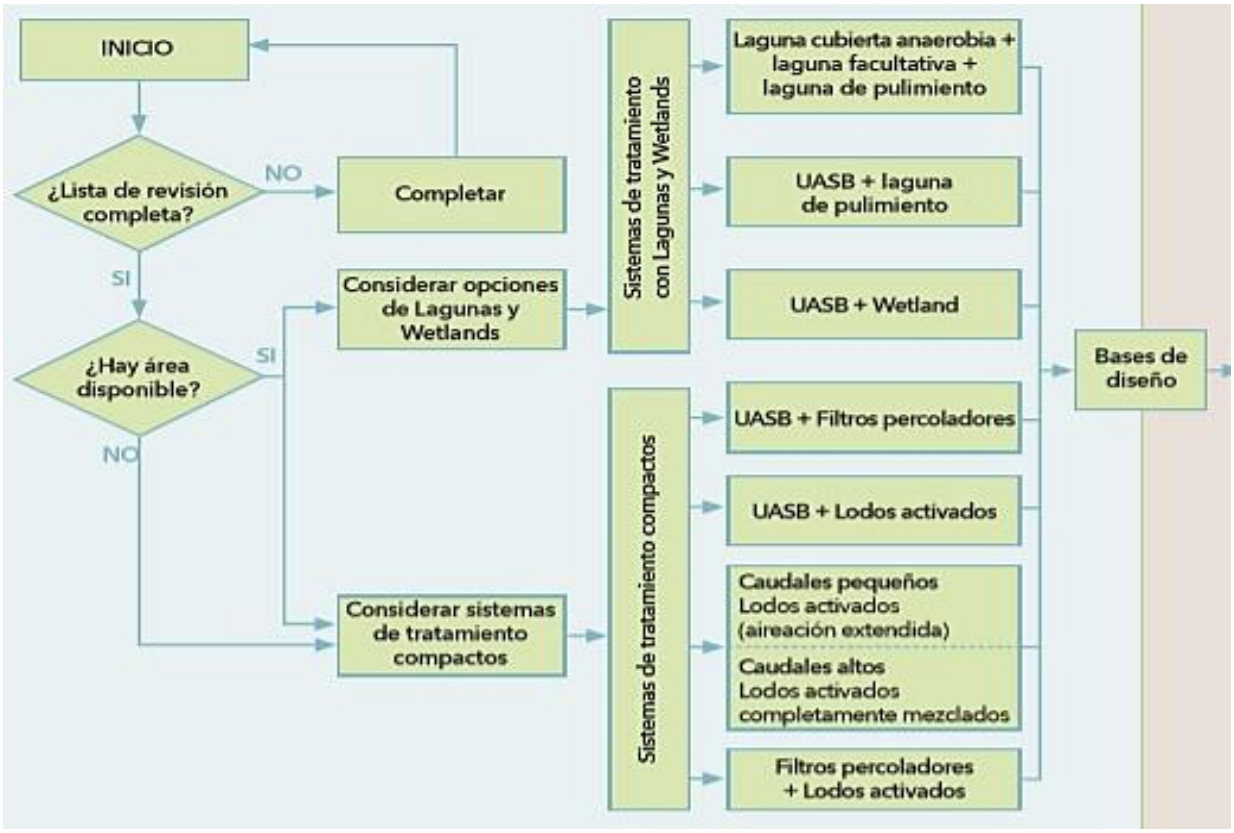


Figura 12. Diagrama de flujo para selección de tecnologías según las necesidades.

El diagrama de flujo nos sirve como guía para orientar aún más las propuestas según a lo que necesitamos y a lo que podemos acoplarnos ya que el énfasis en el área es importante y también en las obras civiles que puedan hacerse según cada planta, para la planta Lenovo tenemos limitaciones n cuestiones civiles ya que estamos bajo contrato del parque industrial.

Como resultado final de este proyecto se analizan las propuestas viables para cumplir con la normatividad existente sobre vertimiento de aguas residuales a alcantarillado de Lenovo centro tecnológico. Después de lo planteado hasta ahora, se estudian y posteriormente se comparan alternativas viables para su implementación, estas son:

Alternativa 1: Criba + desarenador + lodos activados + filtración + desinfección con cloro.

Se orienta más a una planta completa que comúnmente se puede encontrar para el tratamiento de aguas residuales, un tren de tratamiento que ya tiene una eficiencia conocida relacionando las tecnologías según la tabla 30 y por eso es una alternativa tentadora, la desventaja de este tren es el espacio que puede llegar a ocupar si es en cuestión del diseño convencional y la obra civil que este requiere.

La filtración puede ser variable según las necesidades o la inversión que se contemple para el proyecto existen gran variedad de filtros, algunos y los más conocidos son

mencionados en la tabla 31 de igual manera con la desinfección hay una gran variedad enfocadas a que tanta reducción de los contaminantes se desea tener.

Alternativa 2: Criba + desarenador + laguna de estabilización

Es un tren de tratamiento más compacto que el anterior sin embargo al restarle ciertas fases reducimos lo eficiente en cuestión de reducción de contaminantes, puede ser una buena opción según el nivel de calidad de agua que se desee conseguir y dependiendo el uso que se le quiera dar al agua tratada.

La desventaja de esta alternativa es en cuestión del área y de la obra civil más avanzada ya que de las propuestas de la que más área puede llegar a ocupar.

Alternativa 3 Criba + desarenador+ UASB + filtro percoladores + filtración + desinfección con cloro.

La variación que se hace en esta alternativa en comparación con la primera es en la sustitución de los lodos activados por UASB y el filtro percolador en eficiencia en remoción de contaminantes es muy similar según la tabla 30 y el área que abarca es mayor dependiendo la construcción.

Alternativa 4: Planta modular compacta

De las alternativas más llamativas ya que una eficiencia en remoción de contaminantes alta, Esta solución se ha seleccionado a partir de las ventajas y capacidad que ofrece para una industria, este tipo de plantas de tratamiento representa una capacidad importante que junto con los materiales de construcción pueden hacer más eficiente el proceso de tratamiento del agua

Estas existen en una gran variedad, pero muy similares y que implementan principios necesarios para el tratamiento de aguas residuales una combinación con alta eficiencia es la de:

1. Torre de aireación.
2. Tanque de Clarificación:
   - Unidad de coagulación y floculación.
   - Unidad de sedimentación.
   - Unidad de filtración
   - Sistema de desinfección.
3. Vertimiento:
   - A alcantarillado público.
   - Recirculación.

Con ingreso de coagulante en la unidad de coagulación y floculación siendo un insumo que es necesario para la operación.

Esta planta de tratamiento es muy eficiente dado que integra diferentes procesos en un mismo módulo. A partir de la torre de aireación se inicia el proceso de tratamiento y se comienzan a mejorar los indicadores DBO y DQO, proceso que se hace más eficaz junto con la coagulación y la floculación que unido a la unidad de filtración permite una descontaminación muy importante, ésta supera los estándares del agua exigidos por la normatividad existente para ser vertida a los desagües.

El porcentaje de mejoramiento del agua tratada de esta combinación suele rondar:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5: 85% - 90%
- Demanda Química en Oxígeno DQO: 85% - 90%
- Sólidos en suspensión (SST) 95%

Este tipo de plantas es completamente prefabricado, son dimensiones estándar y es suministrado e instalado por proveedores especializados. Como desventaja de este sistema se puede considerar que requiere de un espacio físico importante

Alternativa 5: Planta de tratamiento de agua compacta

En esta alternativa se adoptan tanques prefabricados convencionales para adaptarlos a un sistema de pre tratamiento de aguas residuales que cumpla con las normas mínimas exigidas.

Estas existen en una gran variedad, pero muy similares y que implementan principios necesarios para el tratamiento de aguas residuales una combinación con alta eficiencia es la de:

1. Cribado a través de rejillas a la entrada de los desagües en las diferentes aéreas de la planta para la retención de sólidos de gran tamaño (se efectúa antes de que el vertimiento llegue al sistema de tratamiento)
2. Tanque séptico
3. Filtro anaerobio ascendente
4. Vertimiento:

- alcantarillado público.
- Recirculación.

Porcentajes de mejoramiento del agua tratada:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5: 80% - 85%

- Demanda Química en Oxígeno DQO: 80% - 85%
- Sólidos en suspensión (SST) 90%

Esta planta difiere de la anterior en que los materiales que se usan para la fabricación son de bajo costo, fácil adquisición y el área que ocupa es inferior.

14. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Esta ponderación se realiza desde el punto de vista propio.

Estos criterios son valorados en una matriz de priorización que determina aquellos sistemas de tratamiento que ofrecen las mejores condiciones para estas empresas desde el punto de vista de cumplimiento de la normatividad y de la accesibilidad de la implementación de la tecnología.

Criterio	Explicación	Calificación
Área de instalación.	Se refiere al espacio físico necesario dentro de la empresa para la construcción de la infraestructura del sistema de tratamiento escogido.	1. Alto 2. Medio 3. Bajo
Eficiencia de remoción.	Se refiere a que tan efectivo es el sistema de tratamiento para la remoción de los contaminantes.	1. Alto 2. Medio 3. Bajo
Dificultad de instalación y diseño.	Se refiere a la accesibilidad del sistema de tratamiento para poder implementarse en la planta, en cuestiones de construcción y modificación del terreno.	1. Alto 2. Medio 3. Bajo

Tabla 31. Descriptores y calificación por criterio a evaluar

Por lo anterior los resultados obtenidos son los que se muestran en la siguiente tabla.

Alternativas propuestas		40%	30%	30%
		Área de instalación.	Eficiencia de remoción.	Dificultad de instalación y diseño.
1	Criba + desarenador + lodos activados + filtración + desinfección con cloro.	2	3	3
2	Criba + desarenador + laguna de estabilización	3	2	3
3	Criba + desarenador+ UASB + filtro percoladores + filtración + desinfección con cloro.	3	3	2
4	Planta modular compacta	2	3	1
5	Planta de tratamiento de agua compacta	1	3	1

Tabla 32 . Ponderación de los Criterios Evaluados

CONCLUSIÓN.

La propuesta más óptima para el tratamiento de aguas residuales antes de la descarga al alcantarillado del parque industrial seria la planta de tratamiento de agua compacta, es de gran importancia el área y la accesibilidad de montar el sistema en el perímetro de la planta ya que el espacio es limitado y se encuentran haciendo un gran número de cambios que no están siendo previstos y mientras menor sea el espacio mejor, sin embargo otra la planta modular compacta tiene características muy similares e igual es una propuesta viable si se comparan otros atributos de las tecnologías que involucren su costo de operación, sus materiales de construcción, la posibilidad de ampliación, el consumo de energía eléctrica, etc.

Dependiendo la tecnología seleccionada y el nivel de calidad del agua tratada que se tenga se puede dar un uso para beneficio de la planta como reutilización de las para fines de riego de las áreas verdes, uso para el agua contra incendios, para uso sanitario y con esto solucionar un gran problema que se repite en varias ocasiones en la planta que es la perdida de agua potable por periodos y la disminución de presión con la que llega a la planta, incluso para hacer una purificación dependiendo los niveles de los que descargue la PTAR y un tratamiento específico para purificación como el que ya se tiene de osmosis inversa usado para suavizar el agua potable que suministra el parque a la planta, la visión es inmensa y da paso a un gran cambio ambiental para mejorar como industria verde, incluso para la organización de campañas para concientizar del cuidado del agua y la importancia de la reutilización y el tratamientos de las aguas para su reaprovechamiento a diferentes niveles y escalas.

El diseño de las alternativas puede varias ya que el fin de las propuestas es dar una visión de lo que se necesita para poder cumplir con los lineamientos normativos y los montos de inversión no están dados para el proyecto, implementar la tecnología hablamos de un estudio exhaustivo en base al crecimiento de la planta en un mínimo de 10 años para tener un monto de inversión y tener el tiempo de retorno de inversión, actualmente Lenovo se encuentra en una fase de desarrollo masivo ya que las condiciones favorecen a México para ser de los mayores productores de la marca y esto hace que cada vez sean más personal el que sea requerido, por lo tanto cada vez será más el nivel de contaminante en las descargas, por eso afirmo que es un tema de importancia a solucionar de impacto ambiental.

Otra propuesta fuera las fases de tratamiento primario, secundario y terciario es el pretratamiento, existe una trampa de grasas dedicada únicamente al comedor de la planta, la cual no está diseñada para el volumen de comensales que se reciben a diario en los 2 turnos de producción, haciendo que el mantenimiento de esta sea más continuo, no solo es necesario recolectar las grasas del comedor/ cocina, ya que en el área administrativa se cuenta con una cocineta en donde hay lavadero en donde muy constantemente se usa para el lavado de los trastes, termos, loncheras y más, por ser un área pequeña no se tomó en cuenta, sin embargo no se tomó en cuenta que el

personal de oficinas de un número elevado y que aproximadamente la mitad del personal realiza las acciones antes mencionadas por eso una propuesta es implementar un pequeño recolector de grasas en el lavadero de la cocineta del área de oficinas.

Implementar la tecnología es un proceso más largo al que se tiene que someter sin embargo el objetivo de proponer la tecnología que puede ser más óptima para la planta fue cumplido según la eficiencia de remoción de contaminantes que la bibliografía indica por la tecnología seleccionada

Todo esto se logró completando el diagnóstico de las descargas de aguas residuales, analizando los contaminantes que pudieran estar presentes en las descargas de agua, y en base a eso realizar la caracterización de las mismas.

Se recaudó la información toda la información posible de los registros de análisis fisicoquímicos anteriores para estudiar el historial y tener un panorama más específico del tipo de descarga de agua que genera la planta, posterior se realizaron los análisis correspondientes para medir el nivel de contaminantes en el agua con el mayor número de empleados que la planta ha registrado, estos análisis en base a las normas que marcan el método correcto para el muestre y análisis para los diferentes parámetros de la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996 y concluyendo con lo antes mencionado que es la propuesta de la tecnología posible a aplicar.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS.

- Habilidad de resolución de problemas y creatividad para pensar en la manera de resolverlos.
- La conservación de los recursos naturales, reciclado de distintos elementos.
- Constante actualización de los avances en el campo de nuevas tecnologías y evolución.
- Habilidad de gestión.
- Capacidad de motivación hacia los demás.
- Compromiso con el medio ambiente.
- Dominio sombre sistemas y cómputo para uso profesional.
- Conocimiento sobre las normativas de salud y seguridad en la industria.
- Comunicación y habilidades manuales e interpersonales para interactuar con ingenierías de otras disciplinas.
- Desarrollo de proyectos.
- Investigación de tecnologías de aplicación.
- Trabajo bajo presión.
- Planeación y organización.
- Liderazgo.
- Trabajo en equipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Salvador Capuz Rizo Tomas Gómez Navarro. Eco diseño Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. México; Bogotá: Alfaomega, 2004

2. Hoof Bart van, Monroy Néstor y Saer Alex. Producción Más limpia, paradigma de la gestión ambiental 2008. Alfaomega Colombiana S.A.

3. OTAROLA RODRIGUEZ, Alejandra. 2011. Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante humedales artificiales de alta tasa en la locación petrolera de caño Gandúl.

4. Metcalf & Eddy, “Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, vertido y reutilización”,1997.

5. Carlos Augusto L. Cherchinaro y Marcilio Dos Reis Cardoso, Development and evaluation of a partitioned Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Reactor for the treatment of domestic sewage from small villages, Water Science Technology, Elsevier Science, 1999.

6. Programas Comunitarios para El Salvador, (PROCOSAL), estudio “Diseño de la planta de Tratamiento de las aguas Residuales de Metapán” abril 2006.

7. Ayala I., Martínez M., Ramos E, Universidad Nacional de El Salvador, (UES), facultad de ingeniería civil, trabajo de tesis “medidas de saneamiento ambiental para la Protección y conservación de la laguna de Metapán”. Septiembre de 2008.

8. Beatriz María Aguilar, Carlos Alberto Pénate y Wendy Marcela Rodríguez, Universidad José Simeón Cañas (UCA), departamento de Ingeniería y arquitectura, trabajo de graduación para optar al grado de 70 ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CIUDAD DE METAPÁN Ingeniero químico denominado “Caracterización de la Calidad de la Laguna de Metapán y de las condiciones Climatológicas de la Zona”, sept. de 2008 a abril de 2010.

9. Comité para la construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Metapán, “Pre diseño de Tratamiento de Aguas Residuales de Metapán”. diciembre de 2011.

10. César Valdez Enrique, Vázquez González Alba B. “Ingeniería de los Sistemas de Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales”. Fundación ICA, 2003.

11. Metcalf & Eddy, INC. “Ingeniería Sanitaria”. Segunda Edición, Editorial Labor S.A., 1985.

12. Ramalho R.S. “Tratamiento de Aguas Residuales”. Segunda Edición, Editorial Reverté S.A., 1993.

13. Tchobanoglous George, Crites Ron. “Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones”. Editorial McGraw-Hill, 2000.

14. Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

15. Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX). “Plantas de Tratamiento de Agua Residual del Distrito Federal”

16. Conagua (2012a), “Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento”, Edición 2012.

17. Conagua (2012b), “Agenda del Agua 2030”, 2011.

18. Conagua, “Planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco”, 2012.

19. IMTA, “El reúso del agua residual tratada en México”, Seminario Internacional sobre Métodos Naturales para el Tratamiento de Aguas Residuales. 2008

20. Hernández F. (2009). Technical efficiency and cost analysis in wastewater treatment processes: A DEA approach. Desalination, 230-234.

21. Hong Y.S. (2003). Evolutionary self-organising modelling of a municipal wastewater treatment plant. Water Research, 1199-1212.

22. Hurtado J. (2000). Metodología de la investigación holística. Caracas: Fundación SYPAL.

23. Kalbar P. (2012). Technology assessment for wastewater treatment using multiple-attribute decision-making. Technology in Society, 295-302.

24. Kang-Tsung, C. (2012). Introduction to Geographic Information Systems.

25. Lawrence A.W. (1970). Unifield basis for biological treatment. Design and operation. USA: ASCE.

26. Lettinga G. (1991). UASB - process design for various types of wastewaters. Water Science and Technology, 87-107.

27. Malina J.F. (1992). Design of anaerobic processes for the treatment of industrial and municipal waste. Pensilvania USA: Ed. Technomic Publishing Company.

28. Mara D. (1997). Design manua for waste stabilization ponds in india. Leeds: University of Leeds.

29. McCarty P. (1985). Historical Trends in the Anaerobic Treatment of Dilute Wastewaters. Proceedings of the Seminar/Workshop Anaerobic Treatment of Sewage (pp. 3-15). USA: University of Massachusetts at Amherst.

30. McGarry. M.G. (1970). Stabilization pond design criteria for tropical Asia. Kansas: Ed. R.E. Mckinney, Lawrenc.

31. Metcalf & Eddy. (2003). Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse. 4 edition. New York: Mc Graw Hill.

32. Molinos M. (2010). Economic feasibility study for wastewater treatment: A costbenefit analysis. Science of the Total Environment, 4396-4402.

33. APHA. (1989). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: AWWA-WEF.

34. APHA. (2009). Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations, Second Edition. USA: American Public Health Association.

35. Arceivala D.J. (1986). Wastewater Treatment for Pollution Control. Nueva Delhi: McGraw-Hill.

36. Arceivala D.J,. (1981). Wastewater Treatment and Disposal: Engineering and Ecology in Pollution control. New York: Marcel Dekker Inc.

37. Arceivala SJ. (2007). Wastewater treatment for pollution control and reuse. New delhi: Mc Graw Hill.

38. Arthur J.P. (1983). Notes on the Design and Operation of Waste Stabilization Ponds in Warm Climates of Developing Countries. Washintong: The World Bank.

39. Azevedo J.M. (1976). Manual de Hidráulica. Mexico: Editorial Harla S. A.

40. Barbará. (1981). Equipamientos para tratamiento de aguas. Sao Paulo.

41. Bdour A. (2009). Perspectives on sustainable wastewater treatment technologies and reuse options in the urban areas of the Mediterranean region. Desalination, 162-174.

42. Benujah, B. (2013). Site Suitability Evaluation For Sewage Treatment Plant In Nagercoil Municipality, Tamil Nadu Using Remote Sensing Techniques.

43.

44. Bernal D.P. (2003). Guía de selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas por métodos naturales. Seminario internacional de métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales, (pp. 19-27). Cartagena Colombia.

45. Bottero M. (2011). Application of the Analytic Hierarchy Process and the Analytic Network Process for the assessment of different wastewater treatment systems. Environmental Modelling & Software, 1211-1224.

46. Chung J. (2013). Assessment and selection of best available technology (BAT) for wastewater facilities in the leather tanning and finishing industry. Resources, Conservation and Recycling, 32-37.

47. Crites R. (2000). Small and descentralized wastewater management systems. New York: Mc Graw Hill.

48. Crittenden J. (2005). Water treatment: principles and design. Second edition. USA: Wiley & sons INC.

49. Droste R. (1997). Theory and practice of water and wastewater treatment. New York: John Wiley & Sons Inc.

50. Eckenfelder W. (2000). Industrial water pollution control. New York: Mc Graw Hill.

51. EPA. (2003). Design Criteria; Rotating Biological Contactors. Ohio USA: EPA.

52. Fair G. (1968). Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales. Mexico: Limusa.

53. Ferrer J. (2008). Tratamiento biológico de aguas residuales. Valencia: Universidad politécnica de valencia.

54. Fields J. (1987). Aguas residuales de café. Curso-Seminario de Tratamiento Anaerobio de residuos, (pp. 1-5). Cali.

55. Fischer, M. (2006). Spatial Analysis and Geocomputation Select essays.

56. Fresenius W. (1991). Manual de disposición de aguas residuales. Lima: Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias ambientales (CEPIS/OPS/OMS).

57. Garrido M. (2013). Including the environmental criteria when selecting a wastewater treatment plant. Environmental Modelling & Software, 1-9.

58. Geldermann J. (2004). The reference installation approach for the technoeconomic assessment of emission abatement options and the determination of BAT according to the IPPC-directive. Journal of Cleaner Production, 389-402.

59. Gernaey K.V. (2004). Activated sludge wastewater treatment plant modelling and simulation: state of the art. Environmental Modelling & Software, 763-783.

60. Gloyna E.F. (1971). Waste Stabilization Ponds. Ginegra: World Health Organization.

61. Hammer M.J. (2012). Water and wastewater technology. USA: Prentice Hall.
62. Moreno, A. (2008). Sistemas y Análisis de la Información Geográfica.

63. Pophali G. (2011). Optimal selection of full scale tannery effluent treatment alternative using integrated AHP and GRA approach. Expert Systems with Applications, 10889-10895.

64. Ramalho R. (1983). Tratamiento de aguas residuales. Quevec: Editorial Reverte S. A.

65. RAS. (2000). Reglamento técnico de agua potable y saneamiento básico. RAS 2000. Titulo E. Tratamiento de Aguas residuales. Bogotá: Ministerio de Desarrollo Económico.

66. Rich L.G. (1973). Environmental systems engineering. USA: Mc Graw Hill.

67. Rodriguez G. (2011). Environmental and economic profile of six typologies of wastewater treatment plants. Water research, 5997-6010.

68. Rodríguez J.P. (2012). Assessment of an aerobic treatment system for. Int. J. Environmental Engineering, 307-314.

69. Rodríguez, J. P. (2009). Selección técnico económico del sistema de depuración de aguas residuales. Aplicando la evaluación de la descontaminación hídrica. Tecnología del agua, 22-21.

70. Rojas R. (2002). Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. "GESTIÓN INTEGRAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES" (pp. 8-15). LIMA: OPS.

71. Romero J. (2004). Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

72. Sala-Garrido R. (2011). Comparing the efficiency of wastewater treatment technologies through a DEA metafrontier model. Chemical Engineering Journal, 766-772.

73. Schoenberger H. (2009). Integrated pollution prevention and control in large industrial installations on the basis of best available techniques - The Sevilla Process. Journal of Cleaner Production, 1526-1529.

74. Silberschatz, A. (2010). Database System Concepts.

75. Smith, M. (2007). Geospatial Analysis. 71.

76. Urkiaga A. (2006). Methodologies for feasibility studies related to wastewater reclamation and reuse projects. Desalination, 263-269.

77. Van Haandel A.C. (1994). Anaerobic Sewage Treatment. A practical guide for regions with a hot climate. Inglaterra: John Whiley and sons.

78. Vergel G. (2010). Metodología. Un manual para la elaboración de diseños y proyectos de investigación. Compilación y ampliación temática. Barranquilla: Publicaciones Corporación UNICOSTA.

79. Vieira S.M. (1992). Sewage treatment by UASB reactor. Operation results and recommendations for design and utilization. Wat. Sci. Tech., 143-157.

80. Vieira, S. (1986). Development of technology for the use of the UASB reactor in domestic sewage treatment. Wat. Sci. Tech, 143-157.

81. Villaseñor J. (2001). Eliminación biológica de fósforo en aguas residuales. Castilla: Universidad de Castilla.

82. Von Sperling M. (1996). Comparison among the most frequently used systems for wastewater treatment in developing countries. Water science and technology., 156-180.

83. WEF. (1998). Design of Municipal Wastewater Treatment Plants. Manual of Practice nº8,. New York: Am. Soc. Civ.Eng.

84. Worboys, M. (2004). Gis a Computing Perspective Second Edition.

85. Yañez F. (1995). Lagunas de estabilización. Lima: Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ambiental.

86. Youssef, A. (2009). Geotechnical investigation of sewag wastewater disposal sites and use of GIS land use maps to assess environment hazards.

87. Zeng G. (2007). Optimization of wastewater treatment alternative selection by hierarchy grey relational analysis. Journal of Environmental Management, 250259.

88. Francisco. (2010). Procesos Biológicos de Depuración de Aguas Residuales. Universidad de Granada. España. Conferencia dictada en el XVI Congreso Latinoamericano de Estudiantes de Ingeniería Química (COLAEIQ). Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.

89. Stewart. (2005). Lagunas de estabilización en Honduras. Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento - Monitoreo y Sostenibilidad. Universidad Estatal de California. EE.UU.

90. Norma G. (2006). Lodos residuales: estabilización y manejo. Departamento de Ingeniería de la Universidad de Quintana Roo. Quintana Roo, México.

ANEXO #1 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA

NORMA Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos. - Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL

JULIA CARABIAS LILLO, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o. fracción V, 6o., 7o., 8o. fracciones II, VII y XII, 36, 37, 37 Bis, 117, 118 fracción II, 119, 119 Bis, 121, 122, 123, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II,

40 fracción X, 41, 45, 46 y 47 fracciones III y IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, he tenido a bien expedir la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal; y

CONSIDERANDO

Que con fecha 18 de octubre de 1993, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** la Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-031-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal. De conformidad con el Acuerdo mediante el cual se modifica la nomenclatura de 58 normas oficiales mexicanas en materia de protección ambiental publicado en el referido órgano informativo el 29 de noviembre de 1994, se cambió la nomenclatura de la norma en cuestión, quedando como Norma Oficial Mexicana

NOM-031-ECOL-1993.

Que durante la aplicación de la referida norma se detectaron algunos problemas de carácter técnico, por lo que se tuvo la necesidad de llevar a cabo un análisis de la misma por parte del Instituto Nacional de Ecología en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, autoridades locales y con los diversos sectores involucrados en su cumplimiento, llegándose a la conclusión de que era necesario reformular la norma en comento procediéndose a elaborar una nueva norma oficial mexicana que la sustituyera, tomando en consideración puntos de vista socio-económicos, la infraestructura existente de los sistemas de alcantarillado, la determinación de parámetros prioritarios, el tamaño de poblaciones y la compatibilidad con otras normas en la materia, y que las disposiciones establecidas sean operativas y su cumplimiento sea gradual y progresivo.

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el 9 de enero de 1997, a fin de que los interesados, en un plazo de 90 días naturales, presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en avenida Revolución 1425, mezzanine planta alta, colonia Tlacopac, Delegación Álvaro Obregón, código postal 01040, de esta ciudad.

Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del ordenamiento legal citado, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que de acuerdo con lo que disponen las fracciones II y III del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los comentarios presentados por los interesados fueron analizados en el seno del citado Comité, realizándose las modificaciones procedentes a dicha norma; las respuestas a los comentarios de referencia fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de abril de 1998.

Que, habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de normas oficiales mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 9 de diciembre de 1997, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL.

INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Métodos de prueba
6. Grado de concordancia con normas internacionales
7. Bibliografía
8. Observancia de esta Norma
9. Transitorios

1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma no se aplica a la

descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.

2. Referencias

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de enero de 1997.

Norma Mexicana NMX-AA-003 Aguas residuales-Muestreo, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-004 Aguas-Determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales Método del cono Imhoff, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 15 de septiembre de 1977.

Norma Mexicana NMX-AA-005 Aguas-Determinación de grasas y aceites-Método de extracción soxhlet, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 8 de agosto de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-006 Aguas-Determinación de materia flotante-Método visual con malla específica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 5 de diciembre de 1973.

Norma Mexicana NMX-AA-007 Aguas-Determinación de la temperatura-Método visual con termómetro, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 23 de julio de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-008 Aguas-Determinación de pH-Método potenciométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 27 de octubre de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-044 Aguas-Análisis de agua-Determinación de Cromo Hexavalente-Método colorimétrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de enero de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-046 Aguas-Determinación de arsénico en agua, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de abril de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-051 Aguas-Determinación de metales-Método espectrofotométrico de absorción atómica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de febrero de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-057 Aguas-Determinación de plomo-Método colorimétrico de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 29 de septiembre de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-058 Aguas-Determinación de cianuros-Método colorimétrico y titulométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de diciembre de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-060 Aguas-Determinación de cadmio-Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 26 de abril de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-064 Aguas-Determinación de mercurio-Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de marzo de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-066 Aguas-Determinación de cobre-Método de la neocuproína, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 10 de marzo de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-076 Aguas-Determinación de níquel, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 4 de mayo de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-078 Aguas-Determinación de zinc, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 7 de diciembre de 1982.

3. Definiciones

3.1 Aguas pluviales

Aquéllas que provienen de las lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y el granizo.

3.2 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

3.3 Aguas residuales de proceso

Las resultantes de la producción de un bien o servicio comercializable.

3.4 Aguas residuales domésticas

Las provenientes del uso particular de las personas y del hogar.

3.5 Autoridad competente

Los Gobiernos de los Estados, del Distrito Federal, y de los Municipios, por sí o a través de sus organismos públicos que administren el agua.

3.6 Condiciones particulares para descargas al alcantarillado urbano o municipal

El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus límites máximos permisibles en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, establecidos por la autoridad competente, previo estudio técnico correspondiente, con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas.

3.7 Contaminantes

Son aquellos parámetros o compuestos que, en determinadas concentraciones, pueden producir efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente, dañar la infraestructura hidráulica o inhibir los procesos de tratamiento de las aguas residuales.

3.8 Descarga

Acción de verter aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

3.9 Instantáneo

Es el valor que resulta del análisis de laboratorio a una muestra de agua residual tomada de manera aleatoria o al azar en la descarga.

3.10 Límite máximo permisible

Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

3.11 Muestra compuesta

La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la especificación 4.10 de esta Norma Oficial Mexicana.

3.12 Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, el volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

3.13 Parámetro

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua.

3.14 Promedio diario (P.D.)

Es el valor que resulta del análisis de una muestra compuesta, tomada en un día representativo del proceso generador de la descarga.

3.15 Promedio mensual (P.M.)

Es el valor que resulte de calcular el promedio ponderado en función del caudal de los valores que resulten del análisis de laboratorio practicados al menos a dos muestras compuestas, tomadas en días representativos de la descarga en un periodo de un mes.

3.16 Punto de descarga

Es el sitio seleccionado para la toma de muestras, en el que se garantiza que fluye la totalidad de las aguas residuales de la descarga.

3.17 Sistema de alcantarillado urbano o municipal

Es el conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de un servicio público de alcantarillado, incluyendo el saneamiento, entendiendo como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales.

4. Especificaciones

4.1 Los límites máximos permisibles para contaminantes de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, no deben ser superiores a los indicados en la Tabla 1. Para las grasas y aceites es el promedio ponderado en función del caudal, resultante de los análisis practicados a cada una de las muestras simples.

Tabla 1

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES			
PARAMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	**Promedio Mensual**	**Promedio Diario**	**Instantáneo**
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo hexavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

4.2 Los límites máximos permisibles establecidos en la columna instantáneo, son únicamente valores de referencia, en el caso de que el valor de cualquier análisis exceda el instantáneo, el responsable de la descarga queda obligado a presentar a la autoridad competente en el tiempo y forma que establezcan los ordenamientos legales locales, los promedios diario y mensual, así como los resultados de laboratorio de los análisis que los respaldan.

4.3 El rango permisible de pH (potencial hidrógeno) en las descargas de aguas residuales es de 10 (diez) y 5.5 (cinco puntos cinco) unidades, determinado para cada una de las muestras simples. Las unidades de pH no deberán estar fuera del intervalo permisible, en ninguna de las muestras simples.

4.4 El límite máximo permisible de la temperatura es de 40°C. (cuarenta grados Celsius), medida en forma instantánea a cada una de las muestras simples. Se permitirá descargar con temperaturas mayores, siempre y cuando se demuestre a la autoridad competente por medio de un estudio sustentado, que no daña al sistema del mismo.

4.5 La materia flotante debe estar ausente en las descargas de aguas residuales, de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

4.6 Los límites máximos permisibles para los parámetros demandan bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, que debe cumplir el responsable de la descarga a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, son los establecidos en la Tabla 2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 referida en el punto 2 de esta Norma, o a las condiciones particulares de descarga que corresponde cumplir a la descarga municipal.

4.7 El responsable de la descarga de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal que no dé cumplimiento a lo establecido en el punto 4.6, podrá optar por remover la demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, mediante el tratamiento conjunto de las aguas residuales en la planta municipal, para lo cual deberá de:

a) Presentar a la autoridad competente un estudio de viabilidad que asegure que no se generará un perjuicio al sistema de alcantarillado urbano o municipal.

b) Sufragar los costos de inversión, cuando así se requiera, así como los de operación y mantenimiento que le correspondan de acuerdo con su caudal y carga contaminante de conformidad con los ordenamientos jurídicos locales aplicables.

4.8 No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, conforme a la regulación vigente en la materia.

4.9 La autoridad competente podrá fijar condiciones particulares de descarga a los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado, de manera individual o colectiva, que establezcan lo siguiente:

c) Nuevos límites máximos permisibles de descarga de contaminantes.

d) Límites máximos permisibles para parámetros adicionales no contemplados en esta Norma.

Dicha acción deberá estar justificada por medio de un estudio técnicamente sustentado, presentado por la autoridad competente o por los responsables de la descarga.

4.10 Los valores de los parámetros en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal a que se refiere esta Norma, se obtendrán de análisis de muestras compuestas, que resulten de la mezcla de las muestras simples, tomadas éstas en volúmenes proporcionales al caudal medido en el sitio y en el momento del muestreo, de acuerdo con la Tabla 2.

Tabla 2 FRECUENCIA DE MUESTREO

HORAS POR DIA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	**NUMERO DE MUESTRAS SIMPLES.**	**INTERVALO MAXIMO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)**	
		MINIMO	**MAXIMO**
Menor que 4	Mínimo 2	- 1	- 2
De 4 a 8	4	2	3
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	3	4
Mayor que 18 y hasta 24	6		

Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples debe ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VMSi = VMC \times Qi / Qt$$ Donde:

VMSi = volumen de cada una de las muestras simples "i", litros.

VMC = volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros.

Qi = caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo.

Qt = Qi hasta Qn, litros por segundo.

En el caso de que, en el periodo de operación del proceso o realización de la actividad generadora de la descarga, ésta no se presente en forma continua, el responsable de dicha descarga deberá presentar a consideración de la autoridad competente la información en la que se describa su régimen de operación y el programa de muestreo para la medición de los contaminantes.

4.11 Los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal deben cumplir los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, en las fechas establecidas en la Tabla 3. De esta manera, el cumplimiento es gradual y progresivo, conforme al rango de población, tomando como referencia el XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. **Tabla 3**

FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	RANGO DE POBLACION
1 de enero de 1999	mayor de 50,000 habitantes
1 de enero de 2004	de 20,001 a 50,000 habitantes
1 de enero de 2009	de 2,501 a 20,000 habitantes

4.12 Las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 3 de esta Norma, para el o los responsables de descargas individuales o colectivas, pueden ser modificadas por la autoridad competente, cuando:

a) El sistema de alcantarillado urbano o municipal cuente con una o varias plantas de tratamiento en operación y la o las descargas causen efectos nocivos a la misma, el responsable de la descarga queda obligado a presentar a la autoridad competente, en un plazo no mayor de 180 (ciento ochenta) días a partir de la fecha de publicación de esta Norma, un programa de acciones en el cual se establezca en tiempo y forma el cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana.

b) La autoridad competente, previo a la publicación de esta Norma, haya suscrito formalmente compromisos financieros y contractuales para construir y operar la o las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.

c) La Comisión Nacional del Agua oficialmente establezca emergencias hidroecológicas o prioridades en materia de saneamiento, y en consecuencia se modifique la fecha de cumplimiento establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, referida en el punto 2 de esta Norma, para su descarga correspondiente.

d) Exista previo a la publicación de esta Norma, reglamentación local que establezca fechas de cumplimiento para los responsables de las descargas a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

4.13 Cuando la autoridad competente determine modificar las fechas de cumplimiento, deberá notificarlo a los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, conforme a los procedimientos legales locales correspondientes.

4.14 Los responsables de las descargas tienen la obligación de realizar los análisis técnicos de las descargas de aguas residuales, con la finalidad de determinar el promedio diario o el promedio mensual, analizando los parámetros señalados en la Tabla 1 de la presente Norma Oficial Mexicana. Asimismo, deben conservar sus registros de análisis técnicos por lo menos durante tres años posteriores a la toma de muestras.

4.15 El responsable de la descarga podrá quedar exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que se señalan en esta Norma, cuando demuestre a la autoridad competente que, por las características del proceso productivo, actividades que desarrolla o el uso que le dé al agua, no genera o concentra los contaminantes a exentar, manifestándolo ante la autoridad competente, por escrito y bajo protesta de decir verdad. La autoridad competente podrá verificar la veracidad de lo manifestado por el responsable. En caso de falsedad, el responsable quedará sujeto a lo dispuesto en los ordenamientos legales locales aplicables.

4.16 El responsable de la descarga, en los términos que lo establezca la legislación local, queda obligado a informar a la autoridad competente, de cualquier cambio en sus procesos productivos o actividades, cuando con ello modifique la calidad o el volumen del agua residual que le fueron autorizados en el permiso de descarga correspondiente.

4.17 El responsable de la descarga de aguas residuales que, como consecuencia de implantar o haber implantado un programa de uso eficiente y/o reciclaje del agua en sus procesos productivos, concentre los contaminantes en su descarga, y en consecuencia rebase los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma, deberá solicitar ante la autoridad competente se analice su caso particular, a fin de que ésta le fije condiciones particulares de descarga.

4.18 En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio diario o mensual de los parámetros referidos en el punto 4.1 de esta Norma, la suma de esta concentración al límite máximo permisible correspondiente, es el valor que el responsable de la descarga está obligado a cumplir, siempre y cuando lo demuestre y notifique por escrito a la autoridad competente.

5. Métodos de prueba

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma, se pueden aplicar los métodos de prueba referidos en las normas mexicanas señaladas en el punto 2 de esta Norma. El responsable de la descarga puede solicitar a la autoridad competente, la aprobación de métodos alternos. En caso de aprobarse, dichos métodos quedarán autorizados para otros responsables de descarga en situaciones similares.

6. Grado de concordancia con normas internacionales

No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

7. Bibliografía

7.1 APHA, AWWA, WPCF, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. USA. (Métodos normalizados para el análisis del agua y aguas residuales. 19a. Edición. E.U.A.).

7.2 Code of Federal Regulations. Title 40. Parts 100 to 149; 400 to 424; and 425 to 629. Protection of Environment 1992. USA. (Código de Normas Federales. Título 40. Partes 100 a 149; 400 a 424; y 425 a 629. Protección al Ambiente 1993. E.U.A.).

7.3 Ingeniería sanitaria y de aguas residuales, 1988. Gordon M. Fair, John Ch. Geyer, Limusa, México.

7.4 Industrial Water Pollution Control, 1989. 2nd Edition. USA. (Control de la contaminación industrial del agua Eckenfelder W.W. Jr. 2a. Edition Mc Graw-Hill International Editions. E.U.A.).

7.5 Manual de Agua para Usos Industriales, 1988. Sheppard T. Powell. Ediciones Ciencia y Técnica, S.A. 1a. edición. Volúmenes 1 al 4. México.

7.6 Manual de Agua, 1989. Frank N. Kemmer, John McCallion Ed. Mc Graw-Hill. Volúmenes 1 al 3. México.

7.7 U.S.E.P.A. Development Document for Effluent Limitation Guidelines And New Source Performance Standard For The 1974 (Documento de Desarrollo de La U.S.E.P.A. para guías de límites de efluentes y estándares de evaluación de nuevas fuentes para 1974).

7.8 Water Treatment Chemicals. An Industrial Guide, 1991. (Tratamiento químico del agua. Una guía industrial) Flick, Ernest W. Noyes Publications. E.U.A.

7.9 Water Treatment Handbook, 1991. (Manual de tratamiento de agua. Degremont 6a. Edition Vol. I y II. E.U.A.).

7.10 Wastewater Engineering Treatment. Disposal, Reuse, 1991. 3a. Edition. USA. (Ingeniería en el tratamiento de aguas residuales. Disposición y reuso. Metcalf And Eddy. Mc Graw-Hill International Editions. 3a. Edición. E.U.A.).

7.11 Estudio de Factibilidad del Saneamiento del Valle de México. Informe Final. Dic. 1995. Comisión Nacional del Agua, Departamento del Distrito Federal, Estado de Hidalgo y Estado de México.

7.12 Guía Para el Manejo, Tratamiento y Disposición de Lodos Residuales de Plantas de Tratamiento Municipales. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial. México, 1994.

7.13 Sistemas Alternativos de Tratamiento de Aguas Residuales y Lodos Producidos. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial. México, 1994.

7.14 Impact of Wastewater Reuse on Groundwater In The Mezquital Valley, Hidalgo State, Mexico. Overseas Development Administration. Phase 1, Report - February 1995. (Impacto del reuso de las aguas

residuales en aguas subterráneas, en el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo, México. Administración para el Desarrollo Exterior. Fase 1, Informe febrero 1995).

7.15 Evaluación de la Toxicidad de Descargas Municipales. Comisión Nacional del Agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, noviembre de 1993.

7.16 Proyecto de Normatividad Integral para Mejorar la Calidad del Agua en México. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995-1996.

7.17 Estudio de Disponibilidad de Agua en México en Función del Uso, Calidad y Cantidad. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995.

7.18 Cost-Effective Water Pollution Control in The Northern Border of Mexico. Institute For Applied Environmental Economics (Tme), 1995. (Costo-efectividad del Control de la Contaminación del Agua en la Frontera Norte de México. Instituto de la Economía Ambiental Aplicada-1995).

7.19 XI Censo General de Población y Vivienda. INEGI/CONAPO 1990.

7.20 Criterios Ecológicos de Calidad del Agua. SEDUE. México, D.F. 1989.

7.21 Catálogo Oficial de Plaguicidas Control Intersectorial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. SARH, SEDESOL, SSA y SECOFI. México, D.F. 1994.

7.22 Indicadores Socioeconómicos e Indice de Marginación Municipal 1990. CONAPO/CNA.

7.23 Bases para el Manejo Integral de la Cantidad y Calidad del Agua en México. Instituto de Ingeniería, UNAM. 1995.

7.24 Administración de las Aguas Residuales en Zonas Urbanas Costeras. Reporte 1993. EUA. Comité Sobre el Manejo de las Aguas Residuales en Zonas Urbanas Costeras. Consejo de Ciencia y Tecnología sobre Agua. Comisión de Sistemas Técnicos e Ingeniería. Consejo Nacional de Investigación.

7.25 NMX-AA-087-1995-SCFI. Análisis de Agua. - Evaluación de Toxicidad Aguda con Daphnia Magna Straus (Crustacea-Cladocera).- Método de Prueba.

7.26 NMX-AA-110-1995-SCFI. Análisis de Agua. - Evaluación de Toxicidad aguda con Artemia Franciscana Kellogs (Crustacea-Anostraca).- Método de Prueba.

7.27 NMX-AA-112-1995-SCFI. Análisis de Agua y Sedimento. - Evaluación de Toxicidad aguda con Photobacterium Phosphoreum.- Método de Prueba.

7.28 Operation of Wastewater Treatment Plants.- Manual of Practice No. 11.- Second Printing 1985. Water Pollution Control Federation. Washington. D.C. (Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. - Manual de Prácticas No. 11.- Segunda Edición 1985). Federación del Control de la Contaminación del Agua.

8. Observancia de esta Norma

8.1 La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a los Gobiernos Estatales, Municipales y del Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias, cuyo personal realizará los trabajos de verificación, inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la

misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

8.2 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

La presente Norma Oficial Mexicana abroga a su similar NOM-CCA-031-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 18 de octubre de 1993.

TRANSITORIOS

PRIMERO. - A partir de la fecha de entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, el responsable de la descarga a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal que cuente con planta de tratamiento de aguas residuales está obligado a operar y mantener dicha infraestructura de saneamiento, cuando su descarga no cumpla con los límites máximos permisibles de esta Norma.

En el caso de que la calidad de la descarga que se obtenga con dicha infraestructura no cumpla con los límites máximos permisibles de esta Norma, el responsable de la descarga debe presentar a la autoridad competente su programa de acciones u obras a realizar para cumplir en las fechas establecidas en el punto 4.11 de esta Norma, según le corresponda.

SEGUNDO.- Las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 3 de esta Norma Oficial Mexicana, no serán aplicables cuando se trate de instalaciones nuevas o de incrementos en la capacidad o ampliación de las instalaciones existentes en fecha posterior a la entrada en vigor del presente instrumento, el responsable de la descarga deberá cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, en un periodo no mayor de 180 (ciento ochenta) días naturales posteriores al inicio de la actividad u operación del proceso generador, debiendo notificar a la autoridad competente dicha fecha.

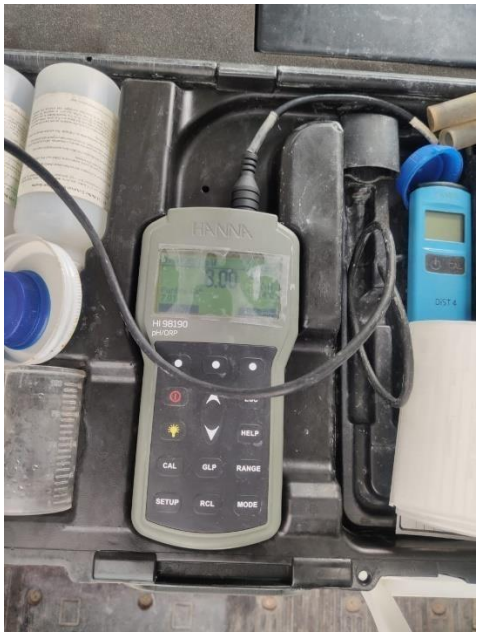
TERCERO.- En tanto se alcanzan las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 3 y en el caso de que las descargas a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal contengan concentraciones de contaminantes superiores a los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, el responsable de la descarga no podrá descargar concentraciones de contaminantes mayores a las que descargó durante los últimos tres años, de acuerdo con sus registros y los informes presentados ante la autoridad competente.

México, Distrito Federal, a los seis días del mes de abril de mil novecientos noventa y ocho. - La Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, **Julia Carabias Lillo**.- Rúbrica.

ANEXO #2 MUESTREO EN SITU

Equipo usado para mediciones in situ.

Termómetro digital de vástago largo.



Medidor Portátil Impermeable de pH/ORP y Temperatura

Medidor de Conductividad y temperatura

Medidor de flujo tipo vertedero triangular.

Primera toma de muestra in situ.

Segunda toma de muestra in situ.

Tercera toma de muestra in situ.

Cuarta toma de muestra in situ

Quinta toma de muestra in situ

Sexta toma de muestra in situ

Resultados de pruebas in situ.

Datos de campo		Hora de muestreo						Promedio
		9:30	13:30	16:30	19:30	22:30	01:30	
PH	U de PH	7.86	8.0	7.86	7.92	7.97	7.84	7.922
Temperatura de la muestra	°C	17	21	19	19	18	21	18.8
Conductividad Eléctrica.	ms/cm	2760	2920	2970	2480	2890	3210	2804
Temperatura Ambiente.	°C	3	7	8	7	6	6	6.2
Flujo volumétrico.	L/s	0.98	0.77	0.77	0.59	0.70	0.50	0.762

ANEXO #3 REPORTE DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUAS RESIDUALES DEL MES DE NOVIEMBRE (MÁS RECIENTE).

GRUPO LASECLAT

Laboratorio de Servicios Clínicos y Análisis Toxicológicos, S.A. de C.V.

Sierra de Alamitos No 4902 Col. Villa Mitras Monterrey, N.L C.P 64170
Tel: (81) 8373-7991; 8371-3411 Web: www.grupolaseclat.com.mx

INFORME DE PRUEBA

FA-65-05-A Rev. (0)

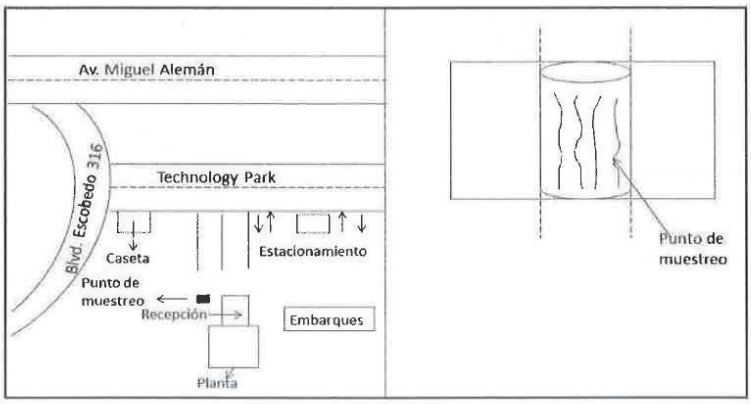
Fecha de emisión: 2019-12-02
No. de Proyecto: L1911301
Identificación de la muestra: Descarga Final
Empresa: Lenovo Centro Tecnológico S. de R.L. de C.V.
Tipo de Proyecto: Agua Residual
Título y anexo: No aplica

Nombre de empresa:	Lenovo Centro Tecnológico S. de R.L. de C.V.		
Dirección:	Blvd. Escobedo 316, Technology Park, Apodaca, Nuevo León C.P. 66600		
Teléfono:	1001-5219		
Atención:	Ing. Yavidia Barrón		
Periodo de muestreo:	2019-11-13 al 2019-11-14	**Fecha de Recepción:**	2019-11-14
		Hora de Recepción:	08:20

Informe de Campo

Muestreador:	Ramon Argelio Ruiz Baez
Tipo de Muestreo:	Compuesto 24 horas
Método de Aforo:	Vertedero.
Plan de Muestreo:	LAR013239

Esquema del sitio de muestreo



Descripción del sitio de muestreo

La descarga se sitúa en un pequeño jardín del estacionamiento, pegado a la Av. Escobedo colecta agua sanitaria y de comedor y la conecta a la red del parque.

Acreditación: AG-0124-037/10 Vigente a partir de: 2010-11-29
Aprobación No. CNA-GCA-1946 Vigencia: Del 06 de Noviembre del 2018 al 22 de Febrero del 2020
El presente informe de prueba solo afecta a (los) objeto(s) sometido(s) a prueba.
Este documento no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.
Fecha de emisión: 2018-10-01
SGC / MGC-5 / OP / L-OP-5-4

INFORME DE PRUEBA

FA-65-05-A Rev. (0)

Fecha de emisión: 2019-12-02
No. de Proyecto: L1911301
Identificación de la muestra: Descarga Final
Empresa: Lenovo Centro Tecnológico S. de R.L. de C.V.
Tipo de Proyecto: Agua Residual
Título y anexo: No aplica

Mediciones de campo

Hora	pH (U. de pH)	Temperatura Corregida (°C)	Conductividad (µS/cm)	Materia Flotante (Ausente/Presente)	Observaciones de la muestra de Agua	Flujo (L/s)
09:30	7.9	17	2760	Ausente	Turbia Beige	0.98
13:30	8.0	21	2920	Ausente	Turbia Beige	0.77
16:30	7.9	19	2970	Ausente	Turbia Beige	0.77
19:30	7.9	19	2480	Ausente	Turbia Beige	0.59
22:30	8.0	18	2890	Ausente	Turbia Beige	0.70
01:30	7.8	21	3210	Ausente	Turbia Beige	0.50
					Gasto Promedio (L/s):	**0.72**

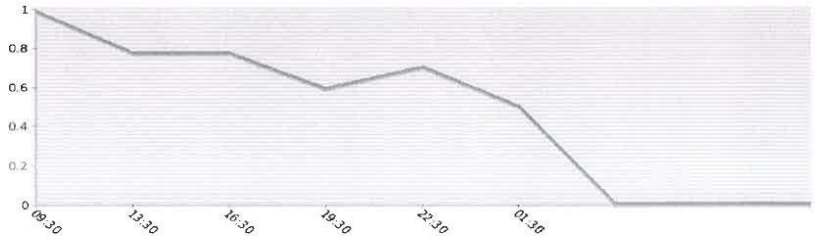
NM: No Medido **AF:** Ausencia de flujo **NE:** No Especificado

Fecha y Hora de conformación de la muestra compuesta	2019-11-14	02:00
Características de la muestra compuesta	Muestra Turbia Beige.	

Normas mexicanas para análisis y mediciones de campo en campo:	
Temperatura: NMX-AA-007-SCFI-2013	pH: NMX-AA-008-SCFI-2016
Materia Flotante: NMX-AA-006-SCFI-2010	Conductividad: NMX-AA-093-SCFI-2018
Muestreo: NMX-AA-003-1980, NMX-AA-014-1980	

Conversión de conductividad: 1mS/cm = 1000 µS/cm = 1000 µmhos/cm = 100 mS/m

GRAFICA DE FLUJOS



Acreditación: AG-0124-037/10 Vigente a partir de: 2010-11-29
Aprobación No. CNA-GCA-1946 Vigencia: Del 06 de Noviembre del 2018 al 22 de Febrero del 2020
El presente informe de prueba solo afecta a (los) objeto(s) sometido(s) a prueba.
Este documento no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.
Fecha de emisión: 2018-10-01
SGC / MGC-5 / OP / L-OP-5-4

GRUPO LASECLAT

Laboratorio de Servicios Clínicos y Análisis Toxicológicos, S.A. de C.V.

Sierra de Alamitos No 4902 Col. Villa Mitras Monterrey, N.L C.P 64170
Tel: (81) 8373-7991; 8371-3411 Web: www.grupolaseclat.com.mx

INFORME DE PRUEBA

FA-65-05-A Rev. (0)

Fecha de emisión: 2019-12-02
No. de Proyecto: L1911301
Identificación de la muestra: Descarga Final
Empresa: Lenovo Centro Tecnológico S. de R.L. de C.V.
Tipo de Proyecto: Agua Residual
Título y anexo: No aplica

Resultados de Laboratorio

Parámetro	Resultado	Unidades	Referencia	Fecha Análisis	Analista
Grasas y aceites promedio ponderado	<5.8	mg/L	NMX-AA-005-SCFI-2013	2019-11-14	AFM
Arsenico total	<0.0010	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	2019-11-20	LACS
Cadmio total	<0.002	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	2019-11-21	LACS
Cianuros Totales	<0.02	mg/L	NMX-AA-058-SCFI-2001	2019-11-15	AOEM
Cobre total	<0.10	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	2019-11-21	LACS
Cromo total	<0.20	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	2019-11-21	LACS
Demanda Bioquimica de Oxigeno	581.0	mg/L	NMX-AA-028-SCFI-2001	2019-11-14	AARC
Demanda Quimica de Oxigeno	1282.6	mg/L	NMX-AA-030/2-SCFI-2011	2019-11-16	MJRA
Fosforo Total	5.20	mg/L	NMX-AA-029-SCFI-2001	2019-11-20	MEGC
Mercurio total	<0.0010	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	2019-11-20	LACS
Niquel total	<0.20	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	2019-11-21	LACS
Nitrogeno Total Kjeldahl	425.2	mg/L como N	NMX-AA-026-SCFI-2010	2019-11-20	AOEM
Plomo total	<0.20	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	2019-11-21	LACS
Solidos Suspendidos Totales	450.0	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2015	2019-11-14	NBCR
Zinc total	0.35	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2016	2019-11-21	LACS

NOTAS:

- Los parámetros reportados como < indican el límite de cuantificación del método validado, que es el nivel más bajo de la curva determinado bajo condiciones operativas de acuerdo al tipo de muestra analizada; o cantidad mínima cuantificable en la muestra analizada.
- Analistas:

AARC = ANDREA ABIGAIL RAMIREZ COMPEAN
LACS = LUCERO ARGELIA CHAVEZ SOTO
NBCR = NATALIA BERENICE CRUZ ROMERO
AFM = ALEJANDRA FERNANDEZ MENDEZ
MEGC = MARIANA ESMERALDA GONZALEZ DE LA CRUZ
AOEM = ALBERTO OCTAVIO ESCALONA MONSIVAIS
MJRA = MELISSA JAQUELINE RECENDIZ ALONSO

QFB Erika Almora Martinez
Director de Operaciones

Acreditación: AG-0124-037/10 Vigente a partir de: 2010-11-29
Aprobación No. CNA-GCA-1946 Vigencia: Del 06 de Noviembre del 2018 al 22 de Febrero del 2020
El presente informe de prueba solo afecta a (los) objeto(s) sometido(s) a prueba.
Este documento no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.
Fecha de emisión: 2018-10-01
SGC / MGC-5 / OP / L-OP-5-4

a) En la tabla siguiente muestra la frecuencia de muestreo de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas para determinar los intervalos de muestreo en función a la operación generadora de la descarga.

b) Los intervalos de muestreo fueron tomados de un día normal de operación de la fuente generadora de agua, el cual refleja cuantitativamente y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que se generan a la descarga.

c) Para conformar la muestra compuesta, se tomaron volúmenes de cada una de las muestras simples tomadas considerando el proceso de operación de la descarga.

Tabla

HORAS POR DÍA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NUMERO DE MUESTRAS SIMPLES	HORAS ENTRE NÚMERO MUESTRAS SIMPLES	
		Mínimo	Máximo
Menor que 4	Mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	2
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

Fin del Informe.

Acreditación: AG-0124-037/10 Vigente a partir de: 2010-11-29
Aprobación No. CNA-GCA-1946 Vigencia: Del 06 de Noviembre del 2018 al 22 de Febrero del 2020
El presente informe de prueba solo afecta a (los) objeto(s) sometido(s) a prueba.
Este documento no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.
Fecha de emisión: 2018-10-01
SGC / MGC-5 / OP / L-OP-5-4

ANEXO #3 EJEMPLOS FACTIBLES PLANTAS MODULARES

1. SISTEMAS DE TRATAMIENTO SECUNDARIO AEROBIOS – SISTEMA MBBR

Sistema Bio-Reactor de camas móviles es un sistema aeróbico que incorpora carriers (biofilms), es un sistema tipo contenedor, con zona de aeración con los carriers, más un clarificador Integrado Especializado en remover carga orgánica del agua residual (DQO/DBO), es modular, el cual puede ser adaptable a cualquier área, usando tanques de acero, concreto o plástico.

- Diseño Compacto.
- Expandible
- Respuesta a Cargas.
- Mantenimiento Mínimo.
- Beneficios de reúso del agua

2. PLANTAS TRATADORAS DE AGUA ASA/JET.

Las Plantas Tratadoras de Agua ASA/JET, son completamente modulares. Ideales para resolver los problemas de aguas residuales de: Fraccionamientos, Escuelas, Hoteles, Hospitales, Fábricas, Edificios, Tiendas de Autoservicio, Estaciones de Servicio, Aeropuertos y Parques Industriales.

De acuerdo con el volumen y grado de contaminación del agua residual, nuestros Ingenieros proceden a hacer un diseño modular de la planta, de tal manera que en un futuro se pueda llevar a cabo una fácil, rápida y económica expansión.

Las seis unidades de proceso de una Planta de Tratamiento ASA / JET se integran con un equipo electro mecánico suministrado en su totalidad por JET.

Unidades de proceso:

1-Pretratamiento
1A- Cana Desarenador
1B- Hidrotamiz
2- Regulación y Bombeo
3- Reactor Biológico
4- Clarificador
5- Cloración
6- Digestor
7- Lechos De Secado

Equipo Electromecánico.

A- Panel De Control
B- Unidad De Aireación
C- Tuberías, Válvulas Y Conexiones

3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TIPO PAQUETE, SISTEMA DE AIREACION EXTENDIDA CON RETORNO DE LODOS ACTIVADOS

Las plantas modulares de tratamiento para aguas residuales GWT. Son diseñadas de acuerdo al volumen y características del agua por tratar.

El sistema modular permite construir la planta por etapas, de acuerdo con la demanda que se presente, haciendo más eficiente la inversión. Las plantas son económicas tanto en costo inicial como en costo de operación.

El proceso a base de bacterias aeróbicas, por medio de lodos activados con inyección de aire, permite un tratamiento biológico, prácticamente sin olores ofensivos, la recirculación de lodos, disminuye drásticamente la formación de lodos de desecho y la cloración u ozonización en la descarga garantiza la esterilización del efluente.

Las plantas de tratamiento para aguas residuales GWT, están diseñadas, con operación correcta, para cumplir con los límites máximos permisibles de concentración de contaminantes, de acuerdo con las normas, NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997

TRATAMIENTO

Tipo biológico de digestión aeróbica, con lodos activados, y aireación extendida, y el siguiente proceso:

- AIREACIÓN

Primera etapa del tratamiento, al influente se le inyecta aire a presión, en forma extendida, por medio de difusores ubicados en el fondo del tanque, para mantener el agua en movimiento, desmenuzar la materia orgánica y mantenerla en suspensión, permitiendo su digestión por medio de bacteria aeróbicas.

En esta etapa, con periodo de retención de 24 horas, la materia orgánica es transformada a un desecho inerte, con reducción del 80% de DBO.
Para evitar la formación de espumas, se tienen aspersores de agua que irrigan toda la superficie del tanque.

- CLARIFICACION

En esta etapa el agua pasa a una cámara sedimentora doble, con periodo de retención de 4 horas, en donde los sólidos en suspensión se depositan en el fondo, recirculándolos al inicio del proceso, para digerirlos nuevamente y disminuir el volumen de lodos de desecho.

Los sólidos flotantes y natas son captados por un colector y regresados a la cámara de aireación para su digestión.

- CLORACION

En esta etapa el agua se retiene por 30 minutos en la cámara de cloración y se inyecta cloro para eliminar las bacterias patógenas.

- AIREACIÓN

Cámara metálica, con capacidad para periodo de retención de 24 horas, dividida en compartimentos para mezcla, con preparación para influente y conexión al clarificador protegido con mampara.
Difusores de aire, con alimentador de 2" y brazos de 1 ¼", con válvula de control de aire en cada brazo y espreas difusoras tipo inatascable SNAP-CAP o similar, para suministrar 2 CFM de aire mínimo cada una.

Eliminador de espuma, en tubería de 1" con aspersores tipo FS spray nozzle o similar, alimentado con bomba sumergible de 1/2 hp, instalada en el tanque clarificador.

- CLARIFICACION

Cámara metálica, con capacidad para periodo de retención de 4 horas, con dos tolvas colectoras de lodos y canaleta de descarga al clorador. Instalación para doble retorno de lodos del clarificador al aireador, con bomba de aire en tubería de 2 ½" y capacidad de retorno de lodos del 100% Colector de sólidos flotantes y natas, con campana de 3" y tubería de 2" operado por aire, con válvula de control. Descarga al clorador con canal colector, en lámina de acero

- CLORACION

Cámara metálica, con capacidad para 30 minutos de retención, con mamparas y preparación para descarga.

Sistema de cloración por medio de tableta de 3" de tricloro o por medio de bomba dosificadora con depósito para preparación de mezcla, es opcional el equipo de desinfección por medio de inyección de ozono.

- SOPLADOR

Suministro de aire con equipo simplex o dúplex en el cual los compresores funcionan alternadamente con el fin de tener el mismo desgaste, también se puede seleccionar solo un compresor que esté funcionando o los 2 a la vez cada uno con capacidad de 100% para presión de 5 psi. Tipo rotatorio, con motor eléctrico. Arrancador magnético y protector térmico, transmisión por polea, silenciador y filtro de aire.

- TABLERO DE CONTROL

Control para operar el sistema con las siguientes características.
a) interruptor general
b) control de sopladores, tipo dúplex con alternador y operación controlada por reloj ajustable con intervalos de 15 minutos, con manivela de 3 posiciones y luces piloto
c) contactar para bomba del eliminado de espuma

d) control del suministro de cloro en el conjunto con el equipo de bomba del influente

- ESCALERAS Y ANDADOR

Escaleras tipo marino, con tubo de 1” andador con estructura de ángulo de 2” x 2” y 1/8”, soldado a la planta, con piso de placa diamantada de 1/8” y barandales de tubo de 1 ¼”

- ESTRUCTURA

Placa y perfiles de acero clase ASTM-A32 soldada en taller con soldadura continua

- TUBERIA

Acero cédula 40

- PROTECCION

Limpieza con chorro de arena a metal blanco, acabado interior a base de capas de anticorrosivo y pintura de resina epoxica de 2 micras de espesor. Acabado exterior a base de dos capas de anticorrosivo y una capa de esmalte industrial marino.