

UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**TRATAMIENTO SUSTENTABLE DEL
AGUA RESIDUAL EN PLANTA YAQUI**

TRABAJO ESCRITO

Para obtener el diploma en la:

ESPECIALIZACION EN DESARROLLO SUSTENTABLE

Presenta:

Ing. Rubén Alejandro Gutiérrez Ramos

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

Lista de figuras	3
Identificación del autor	4
Introducción	6
Objetivo	7
Marco de referencia	8
Marco teórico	14
Planteamiento del problema	23
Desarrollo del Proyecto	24
1. Definir los límites del proceso	24
2. Observar los pasos del proceso	24
3. Recolectar los datos relativos al proceso	25
4. Analizar los datos recolectados	26
5. Identificar las áreas de mejora	27
6. Desarrollar mejoras	28
7. Implantar y vigilar las mejoras	39
Resultados	40
Situación deseada	41
Alternativas de solución	42
Conclusiones y recomendaciones	44
Referencias bibliográficas	46
Bibliografía adicional	48

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1.	Canaleta de lavado	30
Figura 2.	Tinas para lavado	30
Figura 3.	Descarga original en cuarto de compresores	31
Figura 4.	Clausura de descargas	31
Figura 5.	Recuperación de purgas	32
Figura 6.	Canaleta en manzana de servicios	32
Figura 7.	Descarga en manzana de servicios	32
Figura 8.	Canaleta y descarga clausuradas con cemento	33
Figura 9.	Drenaje en estacionamiento bajo oficinas generales	33
Figura 10.	Canaleta en el perímetro de oficinas generales	34
Figura 11.	Descarga de la fuente y aguas pluviales	34
Figura 12.	Aguas pluviales y agua de la fuente hacia áreas verdes	34
Figura 13.	Campo de oxidación con biorremediador	35
Figura 14.	Limpieza en el sistema de tratamiento	36
Figura 15.	Campo de oxidación y caseta de clorinación	36
Figura 16.	Sistema de clorinación con líquido y con pastilla	37
Figura 17.	Hermeticidad del registro de clorinación	37
Figura 18.	Inserción del sistema de agua industrial al sistema de inyección de agua del molino vertical	38
Figura 19.	Torre de enfriamiento del sistema de agua industrial	39
Figura 20.	Parámetros de calidad mas problemáticos	40

Rubén Alejandro Gutiérrez Ramos.

PREPARACIÓN ACADÉMICA

Ingeniero Mecánico Eléctrico (1978 – 1984) del ITESM Campus Monterrey.

Diplomado en Liderazgo (Julio – Dic. 96) The Leadership College en Monterrey, N.L.

Diplomado en Tecnología y Administración Ambiental (Ago - Oct 92) en el ITESM.

Diplomado en Dirección de Personal (Mayo – Nov. 90) en la Universidad del Noroeste.

EXPERIENCIA LABORAL

Cementos del Yaqui, S.A. de C.V.

Asesor Ambiental (Junio 92 – a la fecha)

Coordinador de Producción (Abril 89 - Junio 92)

Ingeniero Eléctrico y Mecánico en Control de Calidad de obra (Julio 88 - Abril 89)

Cemento Portland Nacional S.A. de C.V.

Asesor Ambiental (Agosto 96 - Septiembre 98).

Central de industria S.A. de C.V.

Asesor de Control de Calidad (Enero 88 - Junio 88)

ITESM Campus Sonora Norte

Maestro de Planta (Agosto 84 - Junio 88)

Coordinador en la formación de los laboratorios y Director de la Carrera de Ingeniero

Mecánico Eléctrico (Enero 85 - Junio 88)

Senador Académico (Febrero 86 - Junio 88)

PROYECTOS ESPECIALES

- Asesor en la implementación del Sistema de Administración Ambiental ISO 14001 en las Plantas de Yaqui y C.P.N., y certificación de Planta Yaqui ante SGS Group (Société Générale de Surveillance). (oct 97 – abr 99)
- Certificación como Industria Limpia con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (sep 95 – oct 98)
- Promotor para la obtención del Reconocimiento al Mérito Ecológico por parte de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (jun 95).

-
- Participación en el comité que desarrolló la logística e infraestructura para la obtención del Premio Nacional de Calidad. (ene – nov 94)
 - Participación en el Proyecto de investigación del problema de corrosión del serpentín del intercambiador de calor de aceite térmico-combustóleo de planta. (dic 93 – abr 94)
 - Participación en la conceptualización del mantenimiento predictivo de planta, mediante análisis de vibraciones de equipos principales. (nov 93 – may 94)
 - Programa de automatización del riego de áreas verdes. (oct 93 – feb 96)
 - Rediseño y optimización de la operación de los colectores de polvo plenum pulse de las envasadoras de cemento. (jul 93 – mzo 94)
 - Programa de recuperación del borrego cimarrón en el estado. (jul 93 hasta ahora)
 - Participación en el Proyecto de investigación del problema de incrustación en la tubería de transporte de combustóleo. (may – sep 93)
 - Elaboración del Programa de Conciencia Ecológica. (ene – sep 93)
 - Creación y registro del Rancho Cinegético CEYASA. (mzo 92 – jul 93)
 - Diseño y construcción de fosa de recuperación y purga de combustóleo, y evaporación de agua. (mzo – jul 92)
 - Optimización de la operación del sistema de combustóleo. (mzo - jun 92)
 - Programa de mejoramiento del área de servicios generales con la reposición de equipo, implementación de sistemas de seguridad y rutinas de inspección operativas, optimización del mantto. preventivo y de sistemas operativos, asegurar la existencia de información técnica y de refacciones. (mzo – oct 92)
 - Rehabilitación de los dos calentadores de aceite térmico del área de producción de servicios generales, dañados por explosión. (mzo – abr 92)

INTRODUCCION

El presente proyecto se realiza en respuesta a la necesidad que tiene planta Yaqui de hacer un uso sustentable de sus aguas residuales, "minimizando, tratando y aprovechando las descargas de agua residual", que es una de las acciones ecoeficientes marcadas como directriz por el Director General de CEMEX, para el mejoramiento de la imagen de las plantas cementeras del grupo ante la comunidad y las autoridades.

El nombre del tema desarrollado, "**Tratamiento sustentable del agua residual en planta Yaqui**", se escogió ya que el campo de investigación se puede ver en los conceptos de: agua residual, ambiente y tratamiento.

En planta Yaqui se cuenta con una canalización de sus aguas residuales sanitarias de aproximadamente 2 km. de largo. Las aguas llegan a una fosa séptica, pasando después a un campo de oxidación, y un pozo de absorción en donde el agua es infiltrada al subsuelo. Otra descarga de agua residual, es la que se drena al subsuelo del Sistema de Agua Industrial para enfriamiento de equipos, para bajar los sólidos disueltos totales.

En la elaboración de esta investigación, se tuvo cuidado de consultar la bibliografía que más se acerca al proyecto específico de la planta, y es importante mencionar, que lo que se busca en ésta bibliografía no es lo que le llaman tecnología de punta, sino que se busca aplicar todos los conocimientos obtenidos para desarrollar un proyecto hecho a la medida de las necesidades de la planta.

En el siguiente material visualizamos el marco de referencia económico, político y social, y el marco teórico que afectan el proyecto Tratamiento Sustentable del Agua Residual en Planta Yaqui.

La principal limitante a la que se enfrentó en el desarrollo de este trabajo fué, la gran cantidad de información que se tiene de este tema, y que mucha de ella está inclinada a la venta de muy alta tecnología, involucrando una alta dependencia, aunada al cóctel de información de las diferentes materias de la especialidad, que se considera dentro del marco de referencia.

OBJETIVO

Diseñar un proyecto en donde se contemple la reducción y reciclaje de las aguas residuales de planta Yaqui, que requiera de un mínimo de mantenimiento, que pueda reciclar toda el agua residual, con poca dependencia tecnológica del exterior, en donde se contemple la solución de los problemas del actual Sistema de Tratamiento, dentro de un marco conceptual obtenido de la teoría manejada en las materias de la especialidad en desarrollo sustentable, y dentro de un marco teórico obtenido del material investigado de varias fuentes bibliográficas.

Para lograr este objetivo se efectuó una recopilación, filtrado y consulta bibliográfica adecuada, con el propósito de contar con herramientas suficientes para poder efectuar un análisis del proceso, utilizando el método de los siete pasos para evaluar la situación que guarda toda la infraestructura que está relacionada con las descargas de agua residual, encontrándose algunos problemas que se verán en el contenido.

MARCO DE REFERENCIA

En el siguiente material visualizaremos el marco económico, político y social que afecta el proyecto Tratamiento Sustentable del Agua Residual en Planta Yaqui.

La empresa busca que se efectúen los proyectos que sean rentables. Para la empresa es rentable, lo que se paga por sí solo en seis meses, y aquí nos topamos con la primera barrera, ya que por sí solos los ahorros generados al no descargar aguas residuales hacen sumamente difícil que se pueda cubrir la condición anterior debido a lo barato del costo del agua, y por éste lado sería imposible vender el proyecto a la alta gerencia. En esta situación se vio la necesidad de replantear cuál es el producto que se quiere vender con el proyecto, y me di cuenta de que puede ser un producto y un subproducto, que analizándolo de un punto de vista más propio para vender el proyecto, quedaría como producto la **imagen de la planta ante la sociedad y las distintas autoridades ambientales**, y como subproducto sería el ahorro al no descargar aguas residuales, por el consumo del mismo volumen y el ahorro de los análisis de la calidad del agua residual mensual. Y por otro lado se soportaría con las acciones ecoeficientes marcadas como directriz por el Director General de CEMEX, quién está manejando esta filosofía por su relación con la banca mundial. (1)

Aunado a lo antes expuesto podemos ver que la empresa tiene un fuerte sesgo al discurso liberal por la creencia en la posibilidad de un conocimiento científico objetivo, una actitud frente al mundo que exige que sea considerado como algo externo al observador, maneja que la naturaleza está compuesta de recursos que son limitados y, por tanto con valor monetario y sujetos a ser poseídos, que los deseos del hombre son ilimitados y que dada la escasez de recursos, sus necesidades solo pueden ser satisfechas a través de un sistema de mercado regulado por precios, por lo que no se pretende la sustentabilidad de la naturaleza sino la del capital.

En la planta se ve muy fuerte la corriente antropocéntrica con destellos ecocéntricos por la necesidad de quedar bien con un entorno internacional, y se está empezando a aceptar como válidas las amplias normas y valores característicos de el movimiento profundo ecológico. En mi caso yo comulgo con la teología de la creación

creación, es el último en aparecer. El mundo no es fruto de su deseo o de su creatividad, no le vio el principio, el mundo no le pertenece, el mundo le es dado como jardín que debe cultivar y celar, la relación que el ser humano tiene hacia la creación es fundamentalmente de responsabilidad, una relación ética.

Debido a grupos muy radicales en el área ambiental, poco a poco vamos haciendo cada vez más conciencia sobre los problemas que estamos ocasionando al medio ambiente. Tenemos una normatividad y ahora en las escuelas se están formando nuevos profesionistas con esta visión y con los conocimientos cada vez mayores y más globalizados, sabremos a ciencia cierta los daños que ocasionaremos al ambiente con los diferentes procesos que se quieran establecer.

Durante los últimos dos siglos, la economía ha transformado el carácter del planeta y en particular el de la vida humana. Los ecologistas observan que el crecimiento de la economía ha significado el incremento exponencial de los insumos de materias primas tomados del ambiente y de los desechos que van a parar a éste, y señalan que los economistas han prestado escasa atención al agotamiento de los recursos, a la contaminación y las consecuencias destructivas han cobrado mayor importancia. Crece la conciencia de que ha llegado el momento de cambiar de paradigmas, y de asumir compromisos inmediatamente para asegurar el futuro de la Tierra y la herencia de nuestros descendientes. Compromisos que deben materializarse en cambio de actitud con relación al uso y distribución de los recursos naturales entre todos los habitantes de este planeta, por lo que ha venido en aumento el interés por recuperar los conocimientos tradicionales de las poblaciones autóctonas y locales, que incluyen un amplio repertorio de técnicas para la conservación y manejo sustentable de sus recursos.

Así, no sólo interesa conocer las taxonomías y clasificaciones que reflejan el saber florístico y faunístico de las diversas etnias, sino todo un sistema de creencias y saberes, de mitos y ritos, que conforman los modelos holísticos de percepción y aprovechamiento de sus recursos ambientales de las culturas tradicionales, y que están íntimamente relacionados con la organización económica y las prácticas productivas en las sociedades tradicionales. (2)

negocios y un conjunto correspondiente de técnicas para reinventar sus compañías, a fin de competir en un mundo nuevo. Para ello, necesitan abandonar las viejas ideas acerca de cómo se debía organizar y dirigir un negocio. Tienen que abandonar los principios y los procedimientos organizacionales y operativos que usan en la actualidad y crear otros enteramente nuevos.

La industria, continuamente es proyectada como un adversario de la sustentabilidad, juega un rol clave en la creación de nuevos trabajos y encontrando necesidades económicas a largo plazo. Pero reduciendo la contaminación, incrementando eficiencias y considerando la calidad de vida, las corporaciones estarán creando oportunidades de negocios para ellas mismas. Los diseños de las plantas actuales deberán usar energía eficientemente, mientras minimizan la contaminación. Reducir contaminación e incrementar la eficiencia significa que seremos más competitivos.

Para poder apoyar el crecimiento y consumo exponencial humano es necesario el crecimiento industrial, pero este último debe buscar la calidad de vida del humano, y usar recursos naturales mas prudente y eficazmente.

Antes que los empleados y negocios pueda contribuir con la sustentabilidad, deben entender estos tres componentes: **crecimiento económico, protección del ambiente, y bienestar social**. Integrar estos tres componentes en una estrategia del negocio requiere un cambio fundamental de la manera de pensar. La industria y todos los sectores de la sociedad deben cambiar un paradigma viejo de independencia a un paradigma nuevo de interdependencia.

La tecnología es la contribución más obvia que la industria puede hacer a desarrollo sustentable. Innovación es el fundamento de las corporaciones más exitosas del mundo. Pocos argumentan que el negocio debe llevar a la creación de tecnologías más limpias, procesos más eficaces, y alternativa de productos eco-eficaces. La responsabilidad de la industria es cumplir con esta expectativa y buscar tecnologías alternativas que se traduzcan en el uso de menos recursos, maximizar la eficiencia y crear menos desperdicio. (3)

Nuevos conceptos persiguen rediseñar nuestros actuales sistemas industriales, imitando en lo posible la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales, con

intentando maximizar la eficiencia de los procesos socio-industriales, a través de la estrategia de prevención y control de residuos industriales comenzando con la reducción de fuentes contaminantes, reducción de uso de tóxicos, reciclamiento, reuso, tratamiento de desechos y el diseño para el medio ambiente para reducir o eliminar los impactos ambientales a través del ciclo de vida de un producto o proceso, con lo cual se conseguirá pasar de una economía lineal a una economía circular. (4)

El estado de Sonora cuenta con un desierto extenso y sin límites, abrasador y seco en la parte norte, existen lugares en los que las precipitaciones pluviales son casi nulas; esto nos muestra el déficit de agua de nuestra región que nos hace tomar una mayor conciencia sobre la existencia limitada de los recursos, no obstante ser éstos recursos naturales renovables y en movimiento. Sonora se encuentra situado en la parte más árida del territorio. La porción norte se caracteriza por un clima extremadamente desértico, de ahí que el agua subterránea sea un factor vital. (5)

La problemática de los acuíferos de Sonora se puede resumir en dos aspectos; "la sobre explotación" que nos ha llevado a extracciones a mas de 60 metros por debajo del nivel del mar; y "la contaminación" de los acuíferos dentro de la cual el problema más serio es la intrusión salina a más de 20km. continente adentro. (6)

Lamentablemente, el desarrollo de nuestra ciudad está basado en el agotamiento gradual de las fuentes subterráneas. La sobre explotación está propiciando la inutilización de los acuíferos, ocasionando efectos perjudiciales como la degradación por el avance del agua del mar hacia tierra adentro. Según estudios realizados en Mayo de 1999, la ciudad de Hermosillo, ofrece sus servicios a un total de 630,000 usuarios con una cobertura del 98% en el renglón de agua potable, requiere de una capacidad instalada de producción de 3750 litros por segundo. Para cubrir la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, actualmente, se cuenta con 43 pozos profundos, una galería filtrante y tres plantas potabilizadoras que en condiciones óptimas son capaces en conjunto de cubrir la demanda. Pero puede ocurrir, como está sucediendo que dada la situación crítica generada por la severa y prolongada sequía que hemos padecido, sólo podamos disponer de un gasto de 2700 litros por segundo,

concerniente al uso eficiente del agua en la ciudad son las tuberías, la mayoría fueron instaladas en el periodo de los años 1940-1980, esto nos indica que muchas de ellas sobrepasaron ya su vida útil lo cual nos lleva a tener fugas visibles e invisibles; podemos estimar que hasta un 40% del volumen de agua que entra a la red no es consumido. (7)

La diferencia entre los períodos de gobierno, es otro factor que influye en el mal aprovechamiento de los recursos, ya que sólo durante tres años coexisten en forma estable las mismas administraciones municipales, estatales y federales susceptibles de acordar acciones y programas en forma integral; es por ello que solo vemos soluciones de emergencia, de relativamente poca inversión y que pueden terminarse en períodos cortos.

Desafortunadamente, las políticas y leyes que conforman el uso del agua en la actualidad promueven con mayor frecuencia el mal uso y el desperdicio en vez de la conservación y el uso inteligente. En la recarga de acuíferos subterráneos por ejemplo, al usar menor cantidad de agua, cuando sea posible, se logra ahorrar agua de mejor calidad. En cuanto a la conservación del agua durante su consumo, se puede hacer referencia a los programas de educación y de información ciudadana, políticas de estructuras tarifarias, a la preparación de la legislación, el reciclaje y reutilización de las aguas residuales. Es cuestión de reducir la demanda de agua, promoviendo austeridad en los hábitos de consumo, evitando desperdicios, disminuyendo consumos.

Ante la gran escasez de agua a la que se encuentra hoy expuesto nuestro planeta, existe cada vez mayor conciencia sobre la existencia limitada de los recursos hidráulicos; siendo este punto, así como su uso irracional y explotación, uno de los problemas prioritarios que tiene la población hoy en día. De continuar por este camino en las próximas décadas habrá una enorme discrepancia entre la demanda y la disponibilidad de agua, lo cual podría producir déficits importantes en la producción de alimentos y energía, afectando severamente la economía y población de los países en general.

Mucha de la escasez de agua que padece el mundo se debe a una injusta evaluación de su valor. Su bajísimo precio perpetua la ilusión de que existen cantidades ilimitadas. y que no se pierde nada al desperdiciarla. Como consecuencia

de las últimas décadas, en México es cada vez más difícil cubrir las necesidades sociales del agua en la cantidad y calidad adecuada. Aun, ante esta difícil situación, en las ciudades ocurren grandes porcentajes de fugas, se utilizan tecnologías derrochadoras de agua, no se reusa este recurso, los sistemas de facturación y cobranza son deficientes, las tarifas por el servicio frecuentemente no cubren los costos del suministro y existe poca conciencia ciudadana. (8)

Lo anteriormente expuesto se considera en el diseño del proyecto, y muchos de los conceptos ya los está manejando CEMEX dentro de su concepto de ecoeficiencia, donde busca obtener algunos beneficios como: Ahorro de recursos naturales, mejora en el desempeño ambiental, disminución en la generación de residuos, acceso favorable a créditos bancarios y mejora de imagen y reputación corporativa.

La estrategia general para el manejo de residuos en las plantas es: Prevención (Reducción en la fuente, Reciclamiento y Aprovechamiento) y Control (Tratamiento y Disposición temporal o final).

En la plantas se participará con los siguientes puntos: Reduciendo, reciclando y aprovechando residuos antes de tratarlos o disponerlos, rediseñando y optimizando productos, procesos y servicios, conservando y optimizando el uso de la energía eléctrica, alargando la vida útil de los combustibles (eficiencia de los procesos), minimizando, tratando y aprovechando la descarga de aguas residuales.

El proyecto entra dentro de el último punto mencionado.

Con acciones ecoeficientes todos podemos contribuir con el medioambiente, conservar recursos naturales y ahorrará dinero. (9)

El problema del agua nos compete a cada una de las poblaciones y sectores socio económicos de todo el mundo, por lo tanto es responsabilidad nuestra el proteger el patrimonio del agua, generando nuevas formas y métodos que garanticen más tiempo este vital líquido a fin de evitar futuros contratiempos y mayores gastos para la sociedad.

MARCO TEÓRICO

La naturaleza ha provisto medios para la conservación de este líquido abundante y valioso, dotándolo de una capacidad considerable para eliminar por sí mismo, sustancias que lo contaminan. Este proceso, que se conoce con el nombre de autopurificación, es una propiedad inherente del agua.

Se ha aprovechado esta capacidad intrínseca del agua de purificarse a sí misma, utilizándola como etapa final en el tratamiento de aguas negras y desechos industriales.

Esta purificación se logra por combinación de factores físicos, químicos y biológicos. El grado al que cada uno opera depende del tipo de contaminación. Los factores físicos intervienen en la separación de los sólidos suspendidos, las reacciones químicas transforman los desechos inestables en productos inofensivos y las fuerzas biológicas contribuyen a la estabilización de la corriente realizando fenómenos tanto físicos como químicos.

Las fuerzas físicas incluyen la acción de la gravedad, la luz, la aireación, la dilución y la inversión. Gracias a la gravedad, las impurezas suspendidas más pesadas se eliminan por la sedimentación de partículas individuales. Los sólidos suspendidos finamente divididos y la materia coloidal se asientan, separándose del agua en forma de masas coaguladas o de agregados.

Las fuerzas químicas de auto purificación de una corriente incluyen oxidación, reducción, neutralización y coagulación. Las oxidaciones transforman la materia orgánica suspendida y disuelta eliminando su peligrosidad y, obteniéndose productos que por lo general son compuestos minerales y gases. Puede continuar oxidándose o bien hidrolizarse, precipitándose y depositándose sobre el lecho de la corriente, sirviendo ya sea como solución reguladora del pH o como un verdadero agente neutralizante. La coagulación origina la precipitación y el depósito de sustancias disueltas y coloidales sobre el lecho del río.

Las fuerzas biológicas no son sólo las más importantes, sino también las más activas; éstas se relacionan íntimamente con las necesidades de alimento de la microbiota presente. Las bacterias conocidas como heterótrofas pueden causar la degradación de prácticamente cualquier sustancia orgánica. (10)

Las aguas negras son líquidos turbios que contienen material sólido en suspensión. Cuando son frescas, su color es gris y tienen un olor a moho no desagradable. Flotan en ellas cantidades variables de materia: sustancias fecales, trozos de alimentos, basura, papel, astillas y otros residuos de las actividades cotidianas de los habitantes de una comunidad. Con el transcurso del tiempo, el color cambia gradualmente del gris al negro, desarrollándose un olor ofensivo y desagradable; y sólidos negros aparecen flotando en la superficie o en todo el líquido. En este estado se denominan aguas negras sépticas.

A pesar de que son muchos los métodos usados para el tratamiento de las aguas negras, todos pueden incluirse dentro de los cinco procesos siguientes: Tratamiento preliminar, tratamiento primario, tratamiento secundario, cloración y tratamiento de los lodos

En la mayoría de las plantas, el tratamiento preliminar sirve para proteger el quipo de bombeo y hacer más fáciles los procesos subsecuentes del tratamiento. Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, a eliminar los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas.

Para alcanzar los objetivos de un tratamiento preliminar se emplean comúnmente rejillas de barras o más finas, desmenuzadores, desarenadores y/o tanques de preaeración

Además de los anteriores, a veces se hace la cloración en el tratamiento preliminar. Como la cloración puede usarse en cualquier etapa de un tratamiento, se considera como un método independiente.

En el tratamiento primario se separan o eliminan la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas negras, o sea aproximadamente de 40 a 60 por ciento, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación. Cuando se agregan ciertos productos químicos en los tanques primarios, se eliminan casi todos los sólidos coloidales, así como los sedimentables, o sea un total de 80 a 90 por ciento de los sólidos suspendidos. La actividad biológica en las aguas negras durante este proceso, tiene escasa importancia.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas negras para que

distinguir bajo el nombre de tanques de sedimentación. Debido a la diversidad de diseños y operación, los tanques de sedimentación pueden dividirse en cuatro grupos generales, que son: Tanques sépticos, tanques de doble acción como los Imhoff, tanques de sedimentación simple con eliminación mecánica de lodos y clarificadores de flujo ascendente con eliminación mecánica de lodos. Cuando se usan productos químicos, se emplean otras unidades auxiliares, que son: Unidades alimentadoras de reactivos, mezcladores, floculadores.

Son de tal naturaleza los resultados que se logran mediante el tratamiento primario, junto con los que se logran por la digestión anaeróbica de los lodos, que pueden ser comparados con la zona de degradación de la autopurificación de las corrientes.

En muchos casos el tratamiento primario es suficientemente adecuado para que se pueda permitir la descarga del efluente a las aguas receptoras, sin que se interfiera con el uso adecuado subsiguiente de dichas aguas.

El tratamiento secundario debe hacerse cuando las aguas negras todavía contienen, después del tratamiento primario, más sólidos orgánicos en suspensión o solución que los que puedan ser asimilados por las aguas receptoras sin oponerse a su uso normal adecuado. El tratamiento secundario depende principalmente de los organismos aerobios, para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables. Este tratamiento es comparable a la zona de recuperación de la autopurificación de una corriente.

Los dispositivos que se usan para el tratamiento secundario pueden dividirse en los cuatro grupos siguientes: Filtros goteadores con tanques de sedimentación secundaria, tanques de aeración, filtros de arena intermitentes y estanques de estabilización.

La cloración es un método de tratamiento que puede emplearse para muy diversos propósitos, en todas las etapas de un tratamiento de aguas negras y aún antes del tratamiento preliminar. Generalmente se aplica el cloro a las aguas negras con los siguientes propósitos: Desinfección o destrucción de organismos patógenos, prevención de la descomposición de las aguas negras para controlar el olor, como auxiliar en la operación de la planta para la sedimentación, en los filtros goteadores y el

de oxígeno.

Los lodos de las aguas negras están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, junto con el agua que se separa con ellos. Mientras que en algunos cuantos casos es satisfactoria la disposición de ellos sin someterlos a tratamiento, generalmente es necesario tratarlos en alguna forma para prepararlos o acondicionarlos para disponer de ellos sin originar condiciones inconvenientes. Este tratamiento tiene dos objetivos, siendo el primero de éstos eliminar parcial o totalmente el agua que contienen los lodos, para disminuir su volumen en fuerte proporción y, en segundo lugar, para que se descompongan todos los sólidos orgánicos putrescibles transformándose en sólidos minerales o sólidos orgánicos relativamente estables. Esto se logra con la combinación de dos o más de los métodos siguientes: Espesamiento, digestión, secado en lechos de arena, acondicionamiento con productos químicos, elutriación, filtración al vacío, secado aplicando calor, incineración, oxidación húmeda, flotación con productos químicos y aire, o centrifugación

En los últimos años se ha vuelto de uso muy común el término "Unidades compactas", para describir a cierto equipo que ha sido lanzado al mercado por muchos fabricantes. No hay una definición de este término que haya sido aceptada generalmente. Un significado se refiere a una instalación completa que incluye tanto a los mecanismos como a los recipientes prefabricados. Este término se aplica también a las instalaciones en las que solamente se adquieren los mecanismos, y los recipientes son construidos por el comprador ajustándose a los planos y especificaciones aconsejados por el fabricante. Esta segunda interpretación es la que parece ser más generalmente aceptada.

Aunque no hayan sido establecidas sus limitaciones específicas, las unidades compactas individuales han consistido generalmente de pequeñas instalaciones que prestan servicio a poblaciones chicas.

Las unidades compactas se han adaptado a prácticamente todos los procesos de tratamiento, ya sea aisladamente o en diversas combinaciones. (11)

Las aguas negras domésticas contienen aguas utilizadas para el lavado de verduras, descargas de inodoros, y fragmentos de comidas y desperdicios originados

aplicaciones domésticas. Las aguas utilizadas para lavar trastos y ropa contienen jabón y grasa, los que contribuyen a dificultar el tratamiento de las aguas negras. (12)

En una alcantarilla combinada, el flujo total incrementa considerablemente en la época de lluvias. Antes de descargar las aguas negras, es necesario un tratamiento, el primer requisito es la eliminación de material flotante y de sólidos que puedan formar bancos de lodos. Esta eliminación se puede llevar a cabo por mallas y sedimentación. Cuando el flujo de la corriente es grande, este tratamiento primario puede ser suficiente. Las estimaciones de volumen promedio necesario varían entre 4 y 6 pies cúbicos por segundo por 1 000 habitantes. (13)

Tan pronto como los desechos industriales, las aguas negras domésticas crudas, o el efluente de aguas negras con materia orgánica se descargan a una corriente, empieza la descomposición aeróbica. Si el oxígeno disuelto disponible originalmente en el agua se agota, toma lugar una descomposición anaeróbica. Además, si los desperdicios contienen materia de sedimentación, se formará en el fondo un lecho de materia orgánica que también sufre una descomposición anaeróbica. La eliminación del oxígeno disuelto de una corriente, que se llama desoxigenación, se lleva a cabo bastante rápido. El proceso de descomposición anaeróbica continúa hasta que la corriente pueda absorber suficiente oxígeno del aire para satisfacer las demandas de las materias orgánicas para su oxidación. Este proceso de absorción, que se llama reoxigenación o reaeración, necesita algún tiempo.

El tiempo necesario para la reaeración depende de la carga orgánica, la temperatura del agua, el volumen de agua, y el carácter de la corriente. Una corriente turbulenta tomará oxígeno más rápidamente, debido a que la turbulencia expone más superficie de agua al contacto con el aire. La temperatura del agua es importante de dos modos: 1) la cantidad de oxígeno disuelto en el agua disminuye cuando la temperatura aumenta; 2) la rapidez de descomposición y, por lo tanto, la rapidez de demanda de oxígeno, aumenta con la temperatura. El volumen de agua es un factor importante ya que afecta que la rapidez con la que la corriente absorbe oxígeno ordinariamente es mayor para una corriente pequeña que para una grande, el oxígeno total absorbido puede ser menor para la corriente pequeña. (14)

Se aplica el término genérico "arenilla" a la materia mineral que esta formada por arena, vidrios rotos, cenizas, tierra, y ocasionalmente pequeños fragmentos de metal. Si no se elimina la arenilla, interferirá con diferentes procesos de la planta, especialmente con el manejo y digestión de los lodos. En los lodos, la arenilla puede producir desgaste excesivo de las bombas y se puede combinar con otros elementos de los lodos para formar una masa en el diestro que no puede ser digerida o eliminada fácilmente. La eliminación de la arenilla esta basada en el hecho de que es más pesada que los sólidos orgánicos de las aguas negras. La gravedad específica de la arena es alrededor de 2.65, y la de los sólidos orgánicos varía entre 1.0 y 1.2. la función de una cámara para la eliminación de la arenilla es disminuir la velocidad de las aguas negras exactamente lo suficiente para permitir la sedimentación de las partículas de mayor gravedad específica en tanto que se arrastran las partículas orgánicas más ligera. En la eliminación de las arenillas, se ha encontrado efectivo un periodo de retención de aproximadamente 1 min. en la cámara y una velocidad de 1pps aproximadamente. En condiciones normales el volumen máximo durante el día puede ser 2 1/2 veces o más el de la noche; y durante la época de lluvias puede excederse grandemente esta relación. Esta gran variación en el flujo complica el diseño de un tanque desgranador, debido a que es difícil mantener la velocidad deseada en el tanque bajo todas las condiciones de flujo.

La rapidez de sedimentación en las partículas de sólidos está afectada por la viscosidad del agua, que es una función de la temperatura, por la gravedad específica de las partículas, por su resistencia a la sedimentación debida a la fricción, y por otros factores. (15)

Si se permite que los lodos obtenidos por sedimentación permanezcan en un tanque de sedimentación por varios meses, se desarrolla una descomposición anaeróbica. Como resultado, el efluente sufre una pérdida de oxígeno y puede transportar una cantidad considerable de materia en suspensión. El uso de estos tanques, llamados sépticos, está restringido casi a todas las instalaciones residenciales y a otras pequeñas. Generalmente, se tiene un periodo de retención de 8 a 16 horas para el flujo promedio. (14)

también para otros fines, tales como el control de algas o de otros organismos en los depósitos; la prevención de crecimientos orgánicos en tuberías, especialmente los crecimientos de bacterias productoras de babaza; coagulación, con caparrosa clorada; y control o neutralización de olores del agua. El cloro en cantidades demasiado pequeñas es ineficaz; en cantidades demasiado grandes causa problemas de sabor y olor. La operación del clorador debe de ser automática, esto es, la cantidad de cloro alimentada al agua debe ser proporcional al volumen de flujo y a la demanda de cloro del agua. El cloro debe aplicarse en un punto del sistema de agua tal que se asegure una buena mezcla del cloro con el agua. (11)

Los factores principales que afectan la eficacia de la cloración de agua incluyen: La cantidad y tipo de cloro presente, la relación entre las formas de cloro en el agua después de la cloración, la presencia y volumen de la demanda de cloro, el tiempo de contacto entre el cloro y el agua, la temperatura, y la acidez o alcalinidad del agua.

Las formas más comúnmente usadas de cloro, son cloro líquido e hipocloritos. En la mayoría de las aguas, existe una demanda de cloro que debe satisfacerse antes de que el cloro sea efectivo como un agente desinfectante. La demanda de cloro es la diferencia entre la cantidad de cloro agregada al agua y la cantidad remanente al final de un periodo de contacto específico. Esta demanda de cloro puede deberse al contenido orgánico o al contenido de hierro, manganeso, nitratos, o sulfuros de hidrógeno. La mayoría de estas sustancias reaccionan rápidamente con el cloro. Por lo tanto, el residuo de cloro medido después de un periodo breve se toma como el índice de la cantidad necesaria de cloro que debe aplicarse. (14)

En los Estados Unidos se hizo el primer intento de desinfectar un abastecimiento público de agua el año de 1908. En ese año se instaló un equipo para aplicar una solución de hipoclorito al agua de abastecimiento de Jersey City. En las ciudades de Elmira, se hicieron instalaciones semejantes, así como en algunas municipalidades a través de todo el país. En 1912 se fabricó equipo comercial para la aplicación del cloro gaseoso a los abastecimientos de agua. (11)

aplicación continua del cloro al agua que se va a tratar.

Otros compuestos de cloro, como el hipoclorito de sodio o de calcio, tienen también propiedades desinfectantes. Estos hipocloritos se agregan usualmente en forma de solución al agua que se va a tratar, aunque se han desinfectado pozos, tanques, cisternas, líneas de tubería, etc., agregando directamente al agua la cantidad del polvo deseada. Estas soluciones varían en concentración desde el 3 hasta el 15 por ciento de cloro disponible, en peso, y son razonablemente estables cuando se guardan en lugares frescos y oscuros.

Las aguas naturales están formadas de soluciones complejas de muchas sustancias, la mayoría de las cuales pueden ignorarse, pero algunas de ellas influyen sobre la cloración en forma decisiva. Tales sustancias son: Los sólidos suspendidos, los cuales pueden poner una barrera a las bacterias protegiéndolas de la acción destructora del cloro, la materia orgánica, la cual reacciona con el cloro de tal modo que le quita sus propiedades desinfectantes, el amoníaco, que reacciona con el cloro libre para formar un compuesto del cloro y que tiene cualidades desinfectantes, menos eficaces que las del cloro libre mismo, la reacción del agua indicada por el valor de su pH, los nitritos que reaccionan con el cloro libre y lo eliminan, y que además pueden producir un color falso cuando se hace la prueba de la ortotolidina (OT), el manganeso, que produce un color falso cuando se usa la prueba de la ortotolidina (OT), el hierro, que cuando está presente en concentraciones de 1 mg/lit o más, causa un error de lectura cuando se usa la prueba de la ortotolidina, el hierro y el manganeso, cuando están en su forma reducida, reaccionan también con el cloro y por lo tanto debe agregarse una cantidad adicional de cloro a la requerida para la desinfección. (14)

La rapidez de la desinfección con el cloro es proporcional a la temperatura del agua, de manera que, suponiendo los otros factores iguales, la cloración es más eficaz a altas temperaturas del agua. El tiempo de que se pueda disponer para que el cloro actúe sobre los constituyentes del agua es uno de los aspectos más importantes en la práctica de la cloración. El tiempo mínimo de reacción debe ser de 10 a 15 minutos, pero sería preferible que se dejaran transcurrir varias horas para que se pudiese garantizar una desinfección efectiva sin que el agua llegase al consumidor con una

oncentración indeseable de cloro residual que podría ser inconveniente debido a presencia de sabores y olores.

Si se quiere llevar a cabo con éxito una cloración, el cloro debe agregarse de manera que: Se mezcle por igual y completamente con todas las porciones del agua a tratar, sea continua y se aplique en cantidad suficiente para la clase de agua que esté tratando según las condiciones prevalecientes.

El cloro en el agua es un agente químico muy activo. Si una pequeña cantidad se agrega al agua, reaccionará con la gran cantidad de sustancias disueltas suspendidas en ella, y entonces su poder como agente desinfectante queda destruido. Por ejemplo, el cloro reacciona rápidamente con el ácido sulfhídrico, lo cual como resultado que no habrá desinfección; el manganeso, el hierro y los nitritos reaccionan en forma similar con el cloro y por ello no se lleva a cabo ninguna desinfección. Si se agrega cloro en cantidad suficiente para que reaccione con todas las sustancias reductoras, la materia orgánica y el amoníaco, un poco más de cloro que se agregue quedará como cloro residual libre disponible, el cual es un agente desinfectante muy activo.

La cantidad de cloro que consumen las sustancias reductoras y la materia orgánica se define como demanda de cloro. Cuantitativamente se define la demanda de cloro como la cantidad que se agrega, menos la cantidad que hay después de un período de reacción seleccionado, generalmente de 10 minutos, según se mida con prueba de la ortotolidina. La cantidad de cloro que permanece después del período de reacción, se define como cloro residual y se expresa en miligramos por litro o partes por millón (ppm). En consecuencia, "cloro suficiente" es la cantidad requerida para producir un residual deseado, ya sea combinado, libre o total, después de un período de contacto definido. (11)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En planta Yaqui se cuenta con una canalización de sus aguas residuales de aproximadamente 2 km. de largo. Las aguas llegan a una fosa séptica , pasando después a un campo de oxidación, una estación de cloración y un pozo de absorción en donde el agua es infiltrada al subsuelo.

El problema es seleccionado por la gerencia, por las siguientes causas:

- Se presentan derrames de las aguas residuales hacia el exterior, en el campo de oxidación.
- Variación constante de la calidad del agua, debido sobre todo a un exceso en los coliformes, sólidos totales y otros factores.
- Se tiene constantemente la presencia de charcos de agua a 150 metros del sistema de tratamiento.
- Minimizar, tratar y aprovechar las descarga de aguas residuales, es una de las acciones ecoeficientes marcadas como directriz por el Director General de CEMEX

Para el desarrollo del proyecto se recurre al método de los siete pasos:

1. Definir los límites del proceso.
2. Observar los pasos del proceso.
3. Recolectar los datos relativos al proceso.
4. Analizar los datos recolectados.
5. Identificar las áreas de mejora.
6. Desarrollar mejoras.
7. Implantar y vigilar las mejoras.

1. Definir los límites del proceso.

Entradas a la red de drenaje:

- Aguas residuales de las regaderas, sanitarios y lavamanos.
- Aguas residuales de las diferentes cocinetas.
- Agua de cambio de la fuente.
- Aguas residuales del laboratorio de análisis químicos.
- Aguas residuales del comedor.
- Aguas pluviales de las oficinas generales.
- Agua de enfriamiento con residuos y pluviales en manzana de servicios.
- Dren en cuarto de compresores.

Salidas de agua:

- En el pozo de absorción del sistema de tratamiento.
- Purga del Sistema de Agua de enfriamiento.

2. Observar los pasos del proceso.

En todo el proceso se observa lo siguiente:

- Flujo demasiado constante en la red de drenaje, debería de actuar por baches.
- El cambio de agua de la fuente la hacen una vez por semana y son 6.25 M³.
- En el laboratorio descargan los reactivos sin ningún cuidado.
- En el comedor mantienen el chorro de agua abierto para el lavado de platos.

Las aguas pluviales del edificio de oficinas generales van al drenaje.
Purgas de aire con condensados y aceite en cuarto de compresores.
Fugas en la salida de la fosa séptica.
El agua levanta la tapa del drenaje del distribuidor del campo de oxidación, y se tiene presencia de agua superficial, que es la que se fuga, a pesar de habersele colocado un bordo de tierra alrededor.
Problemas con el control de los sólidos totales y coliformes en los análisis.
Demasiada vegetación en el área de tratamiento.
Estancamiento de agua en pozo de absorción.
El campo de oxidación no se encuentra sellado hacia el subsuelo, sin tomar en cuenta que el terreno es muy impermeable.
Se purga el sistema de agua industrial cerca del sistema de tratamiento.

3. Recolectar los datos relativos al proceso.

Datos de diseño de la fosa séptica:

Dimensiones 4 x 1.80 x 1.80 metros:

Gasto medio de entrada 5.9 lts./min.

Gasto máximo de entrada 23.4 lts./min.

Período de retención 24 horas.

Capacidad útil 8,495 litros.

Capacidad de lodos 4,465 litros.

Capacidad total 12,960 litros.

Diferencia de altura entre tubería de entrada y salida 0.05 metros.

No deberá contener aguas del proceso.

Datos de diseño del campo de oxidación:

Dimensiones 14.50 x 10 x 1.75 metros.

Capacidad de filtración 8,500 lts./dia.

Área de filtración 145 M².

Compuesta por una red de 4 tubos distribuidores y 5 colectores, ambos de tubería de 4" de diámetro y orificios de ¼" cada 10 centímetros y envueltos en cama de grava, y

Tubo de concreto de 12" de diámetro, reforzado tipo IV pared B.

Longitud de la red 2,240 metros.

Cuenta con 22 registros.

Elevación del registro mas lejos a la fosa séptica 8.80 mts.

Datos del Sistema de Enfriamiento:

Volumen Total 2,500 M³.

Recirculación 4,654 LPM.

Purga en función de los sólidos, como dato promedio 280 M³ por mes.

La red de drenaje en planos se descarga en los canales pluviales de la planta.

Datos de la fuente:

Dimensiones 5 x 5 x 0.40 metros.

Capacidad útil 6,250 litros.

4. Analizar los datos recolectados.

De las observaciones y datos recolectados del proceso podemos analizar la operación del sistema global con ayuda del método de causa - efecto, quedando lo siguiente:

El flujo constante en la red de drenaje es causado por fugas en los fluxómetros de los baños, ya que se van llenando de sarro y se pegan. Y por otro lado al chorro constante de las aguas del comedor debido a una baja conciencia del personal.

Lo anterior, aunado a los cambios de agua de la fuente por el acumulamiento de sólidos, y a las aguas pluviales cuando hay, son causas que impactan a la cantidad de agua de entrada al sistema de tratamiento de las aguas residuales, y esto impacta a la calidad del tratamiento de dicha agua.

Las descargas del laboratorio normalmente impactan al PH del agua residual.

La grasa y aceite residual del comedor y de las purgas de los compresores, impactan al contenido de las grasas y aceites de las aguas residuales.

La fuga en la salida de la fosa séptica se presentó por la carga estática del agua dentro de la red de drenaje de 2,240 mts.

encuentran tapados en un 80% con residuos orgánicos e inorgánicos como plásticos, por eso el agua trata de fluir por la parte más fácil que es la tapa del registro del distribuidor del campo de oxidación. Inicialmente se le agregó un bordo para que si el agua no entraba al campo de oxidación por los tubos, lo hiciera desde la superficie, pero al tiempo esta también se tapó con carga orgánica de la misma vegetación que se tenía en el sistema de tratamiento.

Hay que tomar en cuenta que el problema del campo de oxidación se acentúa con el volumen de agua que no se debiera presentar, como se vio anteriormente.

Se encontró que los sólidos totales son afectados por la introducción de sólidos del medio ambiente por sistema de cloración, debido a una falta de hermeticidad y a una abundante maleza en el exterior, y los coliformes los afecta la cantidad de cloro en el volumen de agua inestable.

Otro de los problemas es el estancamiento de agua en el pozo de absorción debido a saturación y a un exceso de volumen.

Independiente a los problemas anteriores, se tiene la purga el sistema de agua industrial ya que es necesario para bajar la dureza del agua y reponerla con agua nueva.

5. Identificar las áreas de mejora.

Hay que controlar la cantidad y la calidad del agua que se manda al sistema de tratamiento de aguas residuales, mediante los siguientes pasos:

- a) Hay que controlar las fugas de agua.
- b) Hay que cambiar la manera de lavar trastes en el comedor.
- c) Evitar el vaciado de la grasa y aceite del comedor.
- d) Cancelar la descarga del cuarto de compresores.
- e) Cancelar la descarga de la manzana de servicios.
- f) Separar las descargas de aguas pluviales de las residuales.
- g) Separar la descarga de la fuente, de las aguas residuales.
- h) En el laboratorio descargar al drenaje líquidos neutralizados.

En el sistema de tratamiento de aguas hay que hacer lo siguiente:

- a) Utilizar hidromediadores para atacar la carga orgánica en el campo de oxidación.

- c) Quitar la carga vegetal putrefacta de la superficie del campo de oxidación, para motivar nuevamente la filtración del agua.
- d) Picar la superficie del campo de oxidación.
- e) Cambiar el sistema de cloración.
- f) Evitar la entrada de sólidos por el sistema de cloración.
- g) Recuperar nuevamente el agua que se infiltra en el pozo de absorción hacia el proceso para reportar cero descargas de agua residual a la Comisión Nacional del Agua.

En cuanto a la purga de agua del sistema de agua industrial, hacerla de tal manera que se pueda usar dentro del proceso.

6. Desarrollar mejoras.

En el punto del control de la cantidad y la calidad del agua que se manda al sistema de tratamiento de aguas residuales, se manejó lo siguiente:

a) Hay que controlar las fugas de agua. Se diseñó el Programa de Administración del Recurso Agua para minimizar las descargas de agua residual, minimizar el consumo de agua limpia y controlar el sistema de tratamiento de agua potable y agua residual. El seguimiento del programa lo realiza un plomero que tiene las siguientes rutinas:

Sistema de servicio sanitario.

- Mantto. Preventivo a fluxómetros.
- Localización y reparación de fugas.
- W.C., mingitorios, lavabos y regaderas tapados.
- Detección de malos olores.
- Regular al mínimo posible el consumo del agua.
- Utilizar herramienta adecuada para no marcar materiales y equipos.
- Estar en contacto con el personal de limpieza para la rápida solución a los problemas.

- Verificar que el registro de entrada hombre al tanque de agua cruda esté cerrado.
- Revisar el nivel de cloro en el depósito (más de 1/2 porrón de llenado).
- Verificar que el hipoclorito de sodio sea del 12% en volumen y no esté caduco.
- Valor de la concentración del cloro en el agua.
- Anotar el valor del ajuste en el dosificador.
- Verificar que el dosificador de cloro operando al entrar en operación la bomba de agua potable.

Sistema de agua residual.

- Revisión de los drenajes, registros y tapas.
- Revisión de las trampas de grasa del comedor.
- Revisión de la operación de la fosa séptica, campo de oxidación, punto de aforo y pozo de absorción.
- Revisión de la operación del sistema de clorinación del agua residual y mantener el nivel de cloro en el depósito.

Sistema de agua de riego.

- Revisión de fuga del sistema.
- Calibración, limpieza y/o reposición de aspersores.
- Revisión de la operación de c/u de los circuitos.
- Lectura del medidor cada día último.

Sistema de agua de riego por goteo.

- Revisión, operación y detección de fugas del sistema.

Sistema de agua cruda.

- Revisión de fugas.
- Revisión de la operación del sistema de alimentación y riego en el ranchito.

Sistema de agua industrial.

b) Hay que cambiar la manera de lavar trastes en el comedor. Anteriormente se lavaban en una canaleta con chorro continuo de agua, actualmente se instalaron dos tinas para contener los platos y lavarlos juntos.



Figura 1 Canaleta de lavado.

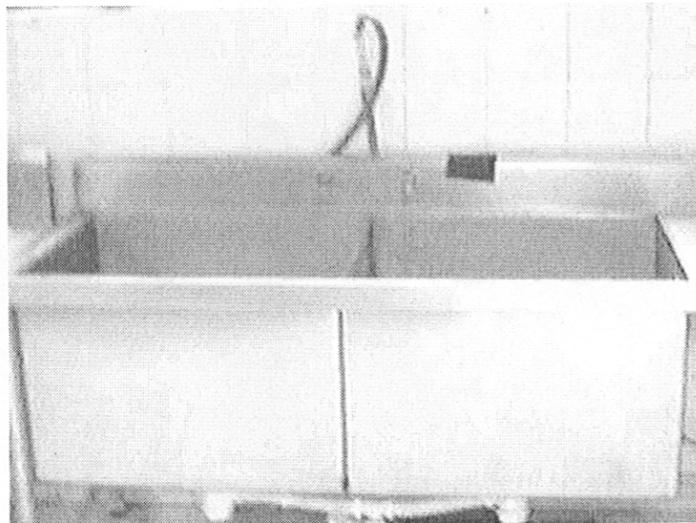


Figura 2 Tinis para lavado.

c) Evitar el vaciado de la grasa y aceite del comedor. Actualmente se tiene una rutina, donde las personas del comedor lo entregan a las personas que recogen los residuos peligrosos en la planta.

d) Cancelar la descarga del cuarto de compresores. Se cancelaron las descargas y se colocó un embudo a un depósito para recuperar las purgas.

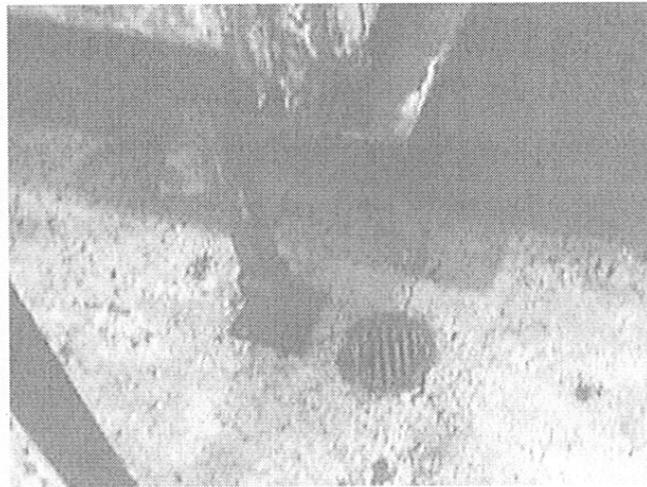


Figura 3 Descarga original en cuarto de compresores.



Figura 4 Clausura de descarga.



Figura 5 Recuperación de purgas.

e) Cancelar la descarga de la manzana de servicios. Se canceló la descarga, reparándose las fugas de agua que se conducían por la canaleta.



Figura 6 Canaleta en manzana de servicios.



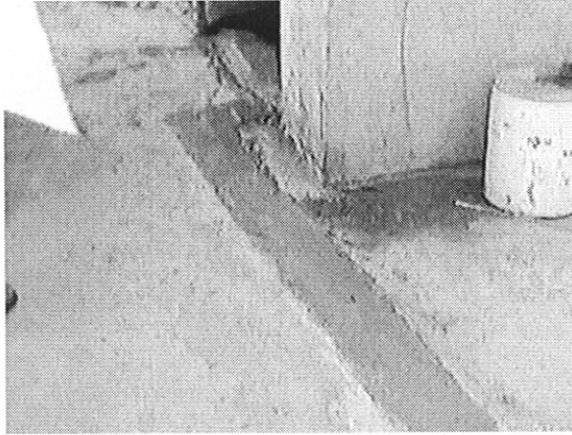


Figura 8 Canaleta y descarga clausuradas con cemento.

f) Separar las descargas de aguas pluviales de las residuales y g) Separar la descarga de la fuente, de las aguas residuales. Se cuenta con descarga al sistema de aguas residuales, en el estacionamiento bajo oficinas generales, donde cada vez que se presentaban lluvias el sistema de desagüe de techos mandaba el agua hacia esa descargas, alterando la entrada de agua al drenaje, por lo que se construyó una canaleta en el perímetro de las oficinas para captar la mayor parte de esa agua. En la parte superior de las oficinas se juntaban las aguas pluviales con la descarga de la fuente y se descargaban a uno de los drenajes, por lo que se optó separar esas entradas de agua al drenajes y se mandaron a los jardines.



Figura 9 Drenaje en estacionamiento bajo oficinas generales.

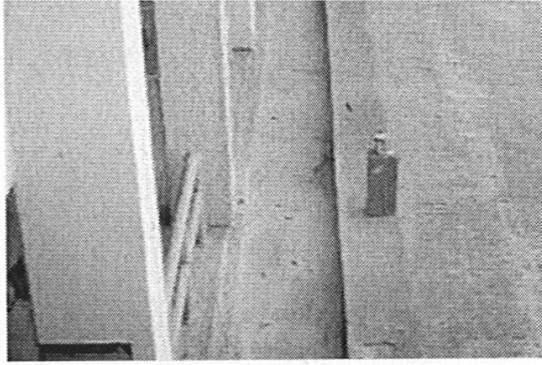


Figura 10 Canaleta en el perímetro de oficinas generales.



Figura 11 Descarga de la fuente y aguas pluviales.



h) En el laboratorio descargar al drenaje líquidos neutralizados. En el laboratorio se generó un procedimiento para neutralizar todo lo que se vaya a arrojar al drenaje de aguas residuales.

En lo que respecta al sistema de tratamiento de aguas, se ha manejado lo siguiente:

a) Utilizar bioremediadores para atacar la carga orgánica en el campo de oxidación. Se trabajó inicialmente con la compañía BioFlora, pero me percaté que su tratamiento lo querían dar desde la fosa séptica y que esto provocaría que mi flora bacteriana pereciera y tuviera que depender de ellos con una poliza mensual. Ya que en el momento que dejara de aplicar el bioremediador el sistema se desestabilizaría hasta que volviera a recuperar la flora bacteriana normal y trataría de volver al equilibrio. Siempre con el tratamiento que se hizo duró 3 meses, y se contrató el servicio con las mismas personas que me hacen el análisis del agua residual, aplicando un bioremediador llamado Albisol.

Hay que estar concientes que estos bioremediadores nos están ayudando para alargar la vida de un sistema que ya rebasó su vida útil.



Figura 13 Campo de oxidación con biorremediador.

la carga vegetal putrefacta de la superficie del campo de oxidación, para motivar nuevamente la filtración del agua. d) Picar la superficie del campo de oxidación.

Se efectuó un mantenimiento mayor en el sistema de tratamiento, donde se quitó toda la vegetación que existía en el área, con rastrillos se quitó toda la carga vegetal putrefacta de la superficie del campo de oxidación y se picó con varillas, la superficie del mismo campo para motivar la filtración del agua.



Figura 14 Limpieza en el sistema de tratamiento.



Figura 15 Campo de oxidación y caseta de clorinación.

de cloración. Se cambió el sistema de cloración con hipoclorito de sodio líquido a un sistema de flotador con pastillas de cloro, y la entrada de sólidos se corrigió con una tapa en el registro y con la misma limpieza de maleza que se hizo.



Figura 16 Sistema de cloración con líquido y con pastilla.



Figura 17 Hermeticidad del registro de clorinación.

g) Recuperar nuevamente el agua que se infiltra en el pozo de absorción hacia el proceso para reportar cero descargas de agua residual a la Comisión Nacional del Agua. Se evaluó el proyecto de sellar el pozo de absorción, mandar energía eléctrica hasta el lugar, instalar bomba y montar red de tubos hasta el sistema de agua

utilizarlos en un nuevo proyecto de tratamiento de aguas residuales.

En cuanto a la purga de agua del sistema de agua industrial, se canceló el drenado original, se estudió la posibilidad de inyectar esta agua al sistema de enfriamiento del material dentro del molino vertical y se efectuó una inserción del sistema de agua industrial, al sistema de inyección de agua del molino vertical, para purgar la cantidad de agua requerida según los análisis de la dureza del agua en la torre de enfriamiento del sistema de agua industrial. Cabe mencionar que el incremento de la dureza en el agua industrial se debe a los sulfatos y carbonatos que quedan en el sistema al evaporarse el agua en la pila y en la torre de enfriamiento.



Figura 18 Inserción del sistema de agua industrial al sistema de inyección de agua del molino vertical.

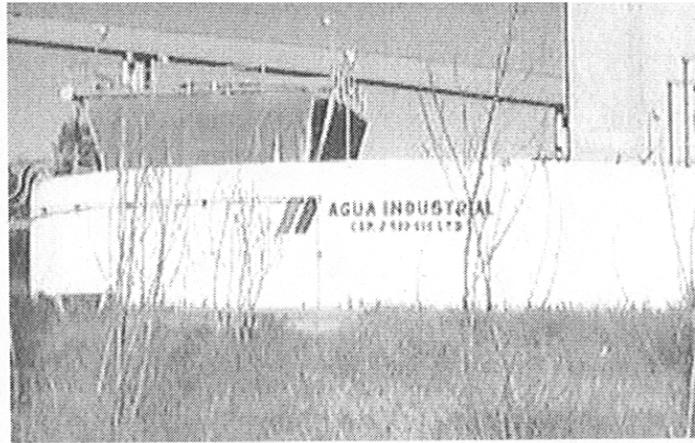


Figura 19 Torre de enfriamiento del sistema de agua industrial

7. Implantar y vigilar las mejoras.

En el punto anterior se manejó el desarrollo y la implementación de las mejoras, y en lo que respecta a la vigilancia, se está efectuando de la siguiente manera:

- a) Los puntos que quedaron dentro del Programa de Administración Ambiental, se les dará seguimiento dentro del mismo programa.
- b) Dentro del seguimiento de las rutinas del plomero.
- c) El seguimiento que se da a los análisis del agua residual.

RESULTADOS

Con las intervenciones anteriores, se a logrado reducir el consumo y las descargas de agua, y tener el sistema de tratamiento operando dentro de norma, pero debido a la saturación en el campo de oxidación es necesario cambiar de lugar de sistema de tratamiento de aguas residuales.

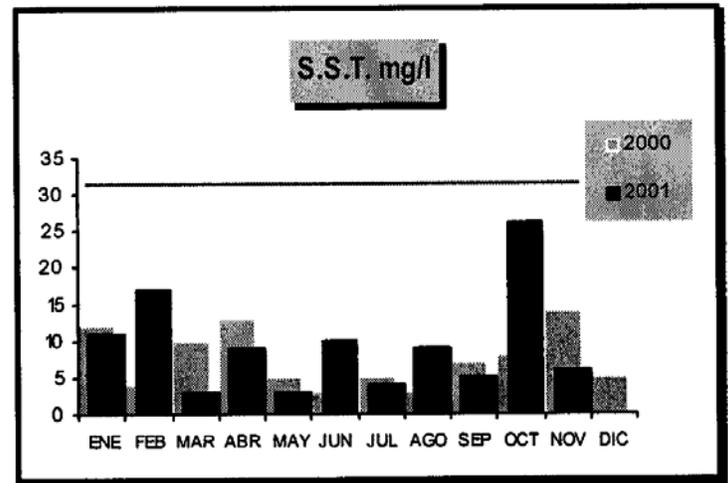
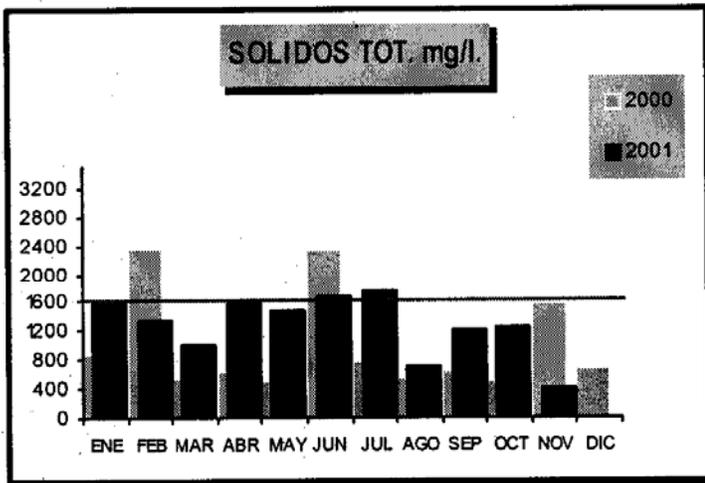
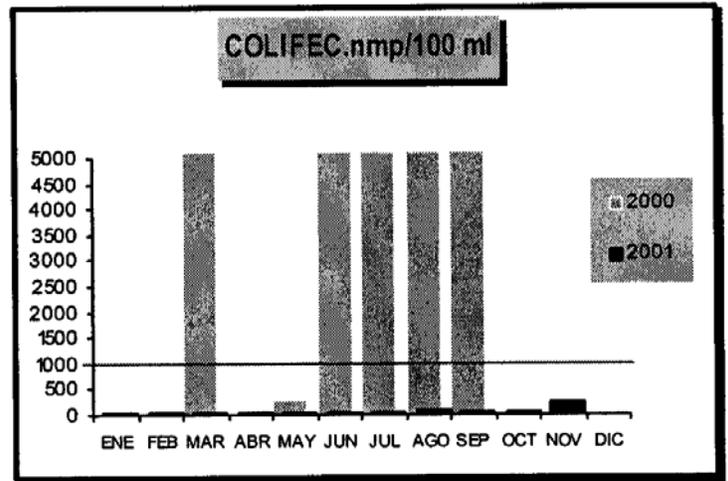
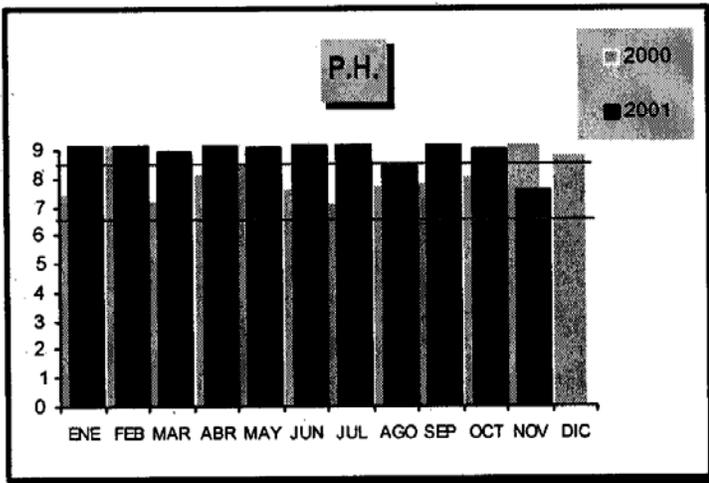


Figura 20 Parámetros de calidad mas problemáticos.

SITUACION DESEADA

- 1) Instalar un Sistema de Tratamiento de aguas residuales que contemple reciclar el total del volumen tratado, dentro del Sistema de agua de enfriamiento de la planta, para declarar cero descargas ante las autoridades, y que genere la menor cantidad de lodos.
- 2) Utilización de electroniveles para que la planta opere de manera automática.
- 3) Sistema de tratamiento lo más cercano posible a la pila de agua industrial para que no se encarezca el reciclaje del agua por la distancia.
- 4) Hay que considerar como pretratamiento, un registro con trampa de arena y aceite, y con una rejilla de acero para detener todo lo que sea inorgánico.
- 5) No permitir la conexión de otras descargas adicionales, sin haber hecho una evaluación de gastos e impactos.
- 6) Tener un sistema de tratamiento de aguas residuales para 25,000 lts./día.
- 7) Que opere de la manera más natural posible, con poco consumo de energía eléctrica.
- 8) Eliminar las inestabilidades del sistema de tratamiento por lluvias.
- 9) Mínima inversión.
- 10) Requiera mínimo mantenimiento.
- 11) Poca dependencia tecnológica del exterior.
- 12) No buscar una meta o un destino, sino un cambio de actitud.

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Hay que tomar en cuenta que cuando se tiene una red de tubos de drenaje tan larga como la de la planta, el agua residual se va tratando en el recorrido bajando la carga orgánica que llega al sistema de tratamiento, haciéndolo mas rápido y efectivo.

SISTEMA CROMOGLASS

El costo completo por tener el sistema es de \$52,900.00 dls.

Es un módulo que ocupa un espacio 6 x 2.2m mts.

Utiliza 3 bombas de ½ hp y 3 de 1/3 hp

La calidad del agua que prometen no es muy diferente a la que me da el sistema que tengo, aún con todos sus problemas.

Definitivamente, si tuviera problemas de espacio, este equipo sería el ideal.

El equipo requiere una persona capacitada que lo opere.

Requiere mantenimiento de las bombas y de tener un stock en almacén.

BIO - REACTOR ANAEROBIO INTEGRADO

El costo es de \$ 95,000.00 M.N.

Es un módulo que ocupa un espacio de 5 x 5 mts.

Opera en forma gravitacional, por lo que no emplea equipos electromecánicos.

Utiliza filtros de absorción.

La extracción de lodos se realiza por la parte superior.

Incorpora al terreno el agua renovada.

ECO – REACTOR ANAEROBIO

El costo es de \$ 220,000.00 M.N.

Es un módulo que ocupa un espacio de 10 x 10 mts. en el subsuelo y se puede usar el espacio superior.

No produce lodos sépticos.

Ausencia de olores.

Operan con la inoculación de bacterias anaerobias.

Opera en forma gravitacional y solo requiere equipo de bombeo para el cloro, y para el agua tratada, para mandarla a donde se requiera.

PROYECTO ITH

El costo es de \$ 145,000.00 M.N. Ocupa un espacio de 20 x 4 mts. que está repartido entre una cámara anaeróbica, una aeróbica, un sistema de filtrado de grava y arena, un sistema de cloración y un depósito para bombeo.

Cada 15 años necesita limpieza de lodos y cada 3 años requiere remover el filtro de grava y arena. El tiempo varía según el uso y puede disminuir.

PROYECTO DE CASA

El costo es de \$ 120,000.00 M.N.

Ocupa un espacio de 25 x 4 mts. que está repartido entre un registro con trampa de arena y aceite, y con una rejilla de acero para detener todo lo que sea inorgánico, un tanque séptico con dos cámaras, un sistema de filtrado de grava y arena, un sistema de cloración y un depósito para bombeo.

El análisis de las alternativas se hizo en función a la situación deseada, y hasta el momento la mejor opción es la del Eco – Reactor anaerobio, ya que cumple con todos los puntos deseados, y no presenta generación de lodos que los demás procesos los tienen por ser ineficiente la degradación. No es el proyecto de más baja inversión pero no requerirá limpieza de lodos, ni limpieza de filtros cada “x” período de tiempo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como ya se mencionó en el desarrollo de este proyecto, existen muchas y muy diversas formas de tratar las aguas residuales, y también muchas formas para desestabilizar los sistemas, es por eso, que en la presente investigación se tomaron algunos conceptos teóricos y elementos prácticos de diferentes plantas en funcionamiento, combinando así las ventajas de cada una de ellas, obteniendo los resultados ya expuestos. Este proyecto no es el primero, ni será el último en el largo camino de la investigación tecnológica en el tema de aguas residuales, y es por esto que el aliciente primordial en el desarrollo de este proyecto ha sido el de cooperar y ayudar en la continua innovación y búsqueda de nuevas tecnologías y procesos que permitan avanzar en la investigación del tratamiento de aguas residuales para su reuso.

La realización de este proyecto permitió que se obtuviera experiencia en el tema, por lo que me permito dar las siguientes recomendaciones:

- 1) Como vimos en las soluciones de algunos de los problemas, hay que sensibilizar a la gente en el reuso del agua, y en la problemática de un mal manejo.
- 2) Hay que tomar en cuenta que es preferible que los sólidos lleguen lo más triturados posible a la entrada del sistema de tratamiento, ya que la digestión de los mismos se gestará con mayor facilidad y el tratamiento se llevará a cabo de una manera más rápida y efectiva. En mi caso se da solo debido a la longitud de la red de drenaje.
- 3) Para obtener los primeros análisis químicos de la salida del sistema de tratamiento nuevo, es recomendable esperar un mínimo de 90 días después del inicio de sus funciones, para dar tiempo de que se estabilice el proceso.
- 4) Para la localización de la planta de tratamiento, hay que hacerlo lo mas cerca del punto hacia donde se va a reusar, ya que muchas veces es mas cara la

infraestructura que se tiene que hacer para el reuso, que el mismo sistema de tratamiento.

5) Hay que obtener el conocimiento suficiente para poder interpretar que es lo que necesitamos en nuestra empresa, ya que las necesidades varían dependiendo de nuestras descargas. En este caso el diseño es para aguas sanitarias, y las necesidades se ven reflejadas en la "situación deseada".

(1) Anotaciones de la clase de Economía
Especialidad en Desarrollo Sustentable.
Rafael Pérez Rios.

(2) Anotaciones de la clase de Laboratorio I
Especialidad en Desarrollo Sustentable.
Mtra. Diana Luque Agraz

(3) Anotaciones de la clase de Reingeniería
Especialidad en Desarrollo Sustentable.
M.C. Jorge Luis Taddei Bringas

(4) Anotaciones de la clase de Producción Limpia
Especialidad en Desarrollo Sustentable.
Ing. Gerardo Sánchez

(5) Acuíferos Costeros de Sonora
I y II Seminarios
Universidad de Sonora

(6) Estudio Hidrológico del Estado de Sonora
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

Ing. Gerardo Ochoa

Presentada en: Instituto Tecnológico de Hermosillo, Sonora

14 de Diciembre del 2000

(9) Acciones ecoeficientes marcadas como directriz por el Director General de CEMEX

(10) Manual de Aguas Industriales

American Society for testing and materials (A.S.T.M.)

LIMUSA

(11) Manual de Tratamiento de Aguas Negras

Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York

Editorial LIMUSA

(12) Agua, Medio Ambiente y Desarrollo en México

Colegio de Michoacán

(13) Programa Hidráulico Estatal

Comisión Nacional del Agua

(14) Manual de Hidráulica

Azevedo, Netto/Acosta Alvarez, Guillermo

Harla, S. A. de C.V.

Tratamiento de aguas superficiales para países en desarrollo

Christopher R.Schulz y Daniel A. Okun

LIMUSA

Ley Federal de Derechos en Materia de Agua

Comisión Nacional del Agua

Ingeniería Sanitaria

W. A. Hardenbergh / Edward B. Rodie

C.E.C.S.A.

El Agua

Ing. Rafael Pérez Carmona

ESCALA

Saneamiento Rural

Libro 3, Sección 3, Tema 3

C.N.A.

Hidrogeología

Stanley, Davis/ De Wiest, Roger

Ediciones Ariel

Abastecimiento de Agua y Alcantarillado

Steel, Esnest

Editorial Gustavo Gili, S. A.

Curso: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales por Lodos Activados

Comisión Nacional del Agua

SECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA
Dirección de Ingeniería Sanitaria

www.ec.gc.ca/pp/engnsn/stories

equipos@interaccess.com.mx

acuadls@infoset.net.mx

www.cemex.com

biotec@rtn.uson.mx

aquaser@infosel.net.mx

ecoser@prodigy.net.mx

www.sustainable.doe.gov/espanol/

www.semarnat.gob.mx

www.cien.com

uninet.mty.itesm.mx

legismex.mty.itesm.mx

www.waterless.com