



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

Trabajo de Suficiencia Profesional
**DIAGNÓSTICO DEL MÉTODO DEL TRATAMIENTO DE
AGUA RESIDUAL EN CERVECERÍA BACKUS –
MOTUPE**

Para Optar el Título Profesional de
INGENIERA QUÍMICA

PRESENTADO POR:
Bach. I.Q. Díaz Díaz Mónica Anabel

ASESOR:
Ing. Coronado Zuloeta Iván

**LAMBAYEQUE – PERÚ
Octubre, 2021**

Aprobado por:



Dr. Jaime Lucho Cieza Sánchez
Presidente



Ing. Gerardo Santamaría Baldera
Secretario



M.Sc. Julio Humberto Tirado Vásquez
Vocal



Dr. Iván Pedro Coronado Zuloeta
Asesor

Dedicatoria

Dedico este informe a mis padres, quienes fueron mi soporte incondicional durante mi etapa universitaria. Por su confianza, consejos, oportunidad, tiempo, sacrificio y recursos asignados con la finalidad de convertirme en profesional.

A mis abuelos, que desde el primer momento que se enteraron de mi ingreso a la universidad, me apoyaron y demostraron lo orgullosos que se sienten de mí. Ahora ya no los tengo conmigo, pero, estoy segura de que desde el cielo celebran cada logro personal y profesional que alcanzo.

Agradecimientos

Agradezco a Dios, a mis padres y abuelos quienes son el pilar fundamental en mi vida. Estoy convencida que cada logro en mi vida se lo debo a ellos.

A mis profesores de la universidad por contribuir en mi formación como ingeniero químico, mi especial agradecimiento por enseñar y transmitir no sólo conocimientos técnicos sino consejos muy valiosos para hacerme mejor persona.

A mis amigos universitarios, por haber sido parte de mi formación profesional, pues, la convivencia y el trabajo en equipo facilitaron mi aprendizaje y potenciaron mis competencias profesionales.

A mi alma máter, la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por proporcionar las condiciones para el desarrollo de mi carrera.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
I. UNIÓN DE CERVERCERÍAS PERUANAS BACKUS Y JHONSTON S.A.A.	8
1.1 Antecedente histórico de la empresa	8
1.2. Misión y Visión	9
1.3. Ubicación	10
II. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	12
2.1. Caracterización del área de desarrollo del informe	12
2.2. Planteamiento del problema	12
2.3. Justificación	13
2.4. Objetivos	14
2.4.1. Objetivo General	14
2.4.2. Objetivos Específicos	14
2.5. Alcance	14
III. MARCO TEÓRICO.....	14
3.1. Descripción del proceso de fabricación de cerveza	14
3.1.1. Germinación o Malteado	14
3.1.2. Secado y Tostado	15
3.1.3. Molienda	16
3.1.4. Maceración	16
3.1.5. Aspersión	19
3.1.6. Cocción o hervido	19
3.1.7. Enfriamiento	19
3.1.8. Fermentación	20
3.1.9. Terminación y maduración	21
3.1.10. Filtración	21
3.2. Agua residual	21
3.2.1. Maneras por medio de las cuales los contaminantes del agua se introducen en el ambiente	22
3.3. Planta de tratamiento de las aguas residuales (PTAR)	24
3.3.1. Cribado	24
3.3.2. Tratamiento Anaeróbico	25
3.3.3. Laguna Aerobia	28

3.3.4. Tanque Clarificador Secundario	29
3.3.5. Tanque de Contacto de Cloro	30
3.3.6. Filtros Multimedia	30
IV. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS	31
4.1. Área de influencia	33
4.2. Impacto ocasionado por la descarga del efluente industrial	33
4.3. Posibles alternativas a la solución de los impactos ocasionados por la descarga del efluente	34
Posibles escases de los recursos.....	35
V. METODOLOGÍA	36
VI. PLANTA DE AGUAS RESDUALES DE LA CERVERIA BACKUS-JONHSTON DE MOTUPE	37
6.1. Descripción de proceso	38
6.1.1. Tratamiento primario	38
6.1.2. Reactor UASB	40
6.1.3. Tratamiento aeróbico	42
6.1.4. Clarificador Secundario	43
6.1.5. Clorinador	45
6.1.6. Filtros multimedia	46
VII. RESULTADOS	46
7.1. Política Ambiental	47
VIII. CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	52
1. Instructivo de operación, control, mantenimiento y limpieza PTAR.....	52
2. Frecuencias de análisis en PTAR	74

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales enzimas del proceso para la elaboración de cerveza	17
Tabla 2. Residuos Ocasionados en la Planta Cervecera.....	31
Tabla 3. Impactos Negativos de la Descarga de Efluentes	35
. Tabla 4. Características del Agua Residual antes del Ingreso del Tanque Ecuilizador	46
Tabla 5. Característica Después del Tratamiento Anaeróbico- Aeróbico.....	46
Tabla 6. Límites Máximos Permisibles en Aguas Residuales Después del Tratamiento	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de la planta Backus y Johnston en el Distrito de Motupe ..	10
Figura 2. Plano de Ubicación de la Planta Backus y Johnston en el Distrito de Motupe	11
Figura 3. Plano de Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual en Cervecería Backus Motupe	11
Figura 4. Molino de Cebada con Rodillo Ajustable.....	16
Figura 5. Esquema de una Tanque de Maceración Industrial	19
Figura 6. Sistema de Enfriamiento de Mosto.....	20
Figura 7. Funcionamiento de un Reactor UASB	27
Figura 8. Esquema de las Actividades Generadora de Efluente Líquidos	33
Figura 9. Importancia de la Puesta en Marcha del Programa de Producción Limpia.....	34
Impactos Negativos de la Descarga de Efluentes	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10. Diagrama de flujo de la operación de la PTAR Motupe	37
Figura 11. Unidad dosificadora de químicos. Vista en planta	39
Figura 12. Tanque Ecualizador	39
Figura 13. Parámetros antes del reactor anaerobio	40
Figura 14. Vista en planta del reactor UASB- Tanque ecualizador- Tanque corrector del pH- Tanque de almacenamiento de lodos anaeróbicos.	41
Figura 15. Flujograma del Reactor UASB.....	42
Figura 16. Distribución de los Aireadores Superficiales en la Laguna Aeróbica	43
Figura 17. Laguna Aeróbica	43
Figura 18. Clarificador	44
Figura 19. Canaleta del Clarificador	44
Figura 20. Clorinador	45
Figura 21. Bomba Peristáltica donde se Dosifica el Cloro	45
Figura 22. Política Ambiental	47

RESUMEN

Las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen como objetivo mitigar los contaminantes que están presente en el cuerpo de agua y que causan afectaciones a los seres vivos y altera el entorno.

El presente informe tiene por objetivo realizar un análisis descriptivo de las instalaciones de la planta de tratamiento de agua residual de la Cervecería Backus, ubicada en el distrito de Motupe - Lambayeque; mediante la información obtenida de la exploración de campo, revisión bibliográfica, operación y mantenimiento de la misma. Así mismo, evaluar si el proceso y tecnología existente es eficiente y cumple con las normas ambientales existentes.

Después de haber trabajado en Cervecería Backus Motupe y conocer en primera persona las instalaciones de la planta de aguas residuales, el funcionamiento del proceso, la experiencia y conocimientos del personal; añadido al análisis descriptivo operacional que se realizó, queda demostrado que la cervecería cumple con los controles de calidad para aguas residuales, los planes de gestión ambiental y con las normas establecidas por la ley peruana.

INTRODUCCIÓN

La contaminación de los cuerpos de aguas es un problema que afecta a todos en general; lo que ha dado lugar a la limitación del suministro de agua tanto potable como agrícola y los posibles usos que se le puede dar.

Las aguas residuales podemos definirlo como toda agua que transporta elementos extraños, puede ser causado de manera natural como también de forma directa o indirecta por las actividades de los seres humanos, en su mayoría constituida por aguas proveniente de viviendas, comercios, instituciones e industrias; aguas provenientes de las actividades ganaderas y agrícolas; y por último, aguas subterráneas, aguas de escorrentías que por lo general transportada hacía las redes de alcantarillado.

El tratamiento de las aguas residuales tiene como propósito la remoción de los contaminantes que estén presentes en ella como también mitigar y prevenir deterioro en el ambiente. Dentro de las agroindustrias, la industria cervecera genera efluentes con alta carga orgánica, sólidos y otras sustancias que suelen ser nocivas por lo cual no pueden ser vertidas sin un tratamiento previo.

Esta investigación descriptiva consiste en desarrollar un estudio de las instalaciones de la planta de agua residuales de la empresa Backus ubicada en el distrito de Motupe, la información fue obtenida por la misma empresa y por medio de visitas realizadas en el sitio.

I. UNIÓN DE CERVECERÍAS PERUANAS BACKUS Y JHONSTON S.A.A.

1.1 Antecedente histórico de la empresa

La empresa fue creada por Jacob Backus y Howard Backus, ambos de nacionalidad estadounidense; principalmente era una fábrica de hielo en el distrito de Rímac, en 1879 se transformó y Backus y Johnston Brewery Ltd. Para el año 1996 la empresa sus acciones tornaron a inversionistas peruanos a raíz de esto pasó a llamarse Cervecería Backus & Johnston S.A.

Para lograr un óptimo control de sus etapas productivas, la empresa decidió iniciar una estrategia de integración vertical y constituyó diversas sociedades. Tal es el caso de Maltería Lima S.A. (1954), cuyo propósito fue contar con el abastecimiento de la malta; Cervecería San Juan S.A. y Cervecería del Norte S.A. (ambas en 1973), cuyo propósito era llegar a los diversos mercados de la Amazonía y el norte del país; Industrial Cacer S.A. (1973), cuyo objeto fue proveer a la cervecería de cajas plásticas en lugar de las de cartón; entre otras.

Como era requerido reubicar sus actividades industriales (inicialmente se realizaban en el Rímac), en 1976 la empresa decidió construir un nuevo establecimiento en el distrito de Ate; para 1993 la planta estaba totalmente equipada y en la actualidad sigue activa. Debido a sus eficientes políticas de marketing y ventas, la empresa logró con el tiempo aumentar su participación en el mercado nacional logrando ser el líder en ventas. Parte de este triunfo se debe a la cultura de mejoramiento constante de la calidad de los procesos que empezaron a infundir dentro de su personal en 1992. Luego la empresa adoptó el proceso de mejoramiento continuo de calidad total (PMCT), lo que le permitió ahorrar en costos.

En 1994 Backus adquirió 62% de las acciones comunes de Compañía Nacional de Cerveza, hasta entonces su principal competidor, e incursionó en los mercados de aguas y

gaseosas. En 1996 se creó la Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston, fruto de la fusión de Cervecería Backus y Johnston S.A., Compañía Nacional de Cerveza S.A., Cervecería del Norte S.A. y Sociedad Cervecera de Trujillo S.A. Posteriormente, en el año 2000, se adquirió la Compañía Cervecera del Sur del Perú. Dos años más tarde, en el 2002, el grupo empresarial Bavaria ingresó al accionariado de Backus y la empresa inició la desinversión en negocios que no correspondían al core business. Ahora Backus está compuesta por: Cervecería San Juan S.A.A., Transportes 77 S.A., Naviera Oriente S.A.C., Industrias del Envase S.A., Agroinversiones S.A. y el Club Sporting Cristal. Por último, como se mencionó anteriormente, en el 2005 SABMiller adquirió 71,8% de las acciones de la empresa Bavaria, con lo que Backus se incorporó al segundo mayor grupo cervecero del mundo.

Finalmente en el año 2015, SABMiller fue adquirido por Anheuser-Busch InBev, abreviado como AB InBev, que es una empresa multinacional con sede en Lovaina, Bélgica. Es la mayor fabricante mundial de cerveza, con una cuota del mercado mundial próxima al 25 %.

1.2. Misión y Visión

Su visión es:

Ser la mejor empresa en el Perú admirada por:

- Crecimiento del valor de nuestra participación del mercado a través de nuestro portafolio de marcas.
- Otorgar el más alto retorno de inversión a su accionista.
- Ser empleado preferido.
- Ser modelo de gestión.

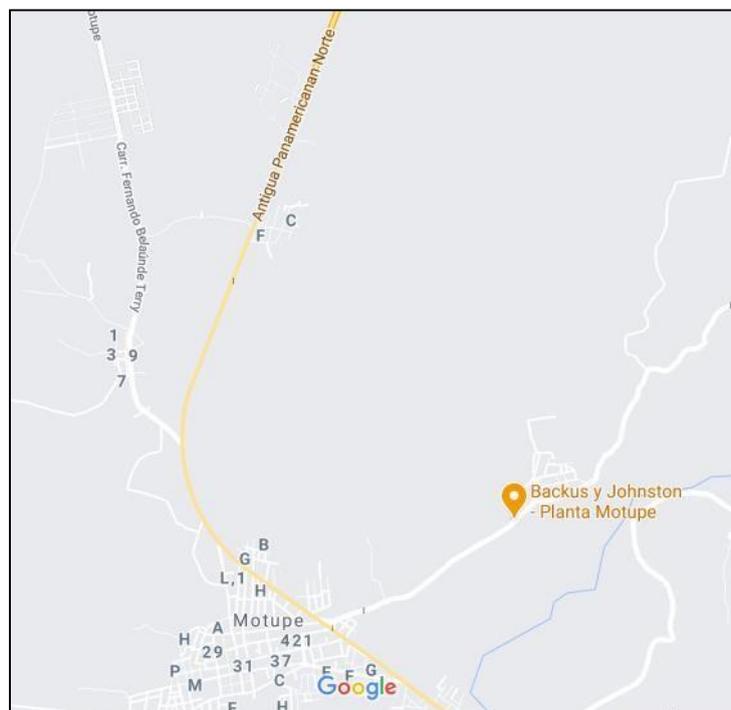
Su misión es producir y comercializar bienes y servicios de óptima calidad primordialmente dirigidos al sector de bebidas y alimentos, tanto para consumo nacional como de exportación. Buscar la satisfacción de las necesidades reales de los consumidores; poder generar un proceso continuo de cambio, así con el fin de mantener unidades productivas modernas, óptimas, rentables y competitivas a nivel mundial; por último, contribuir al proceso de desarrollo económico del país.

1.3. Ubicación

Se ubica estratégicamente en el norte del Perú y cuenta con una capacidad de producción de 3.4 millones de hectolitros anuales¹. En el sitio se producen exclusivamente las marcas Cristal, Pilsen Callao, Cusqueña Dorada, Cusqueña Negra, Pilsen Trujillo, Guaraná Backus y Viva Backus.

Se encuentra ubicada en la avenida Industrial “Ricardo Bentín Mujica” No. 1101, Motupe. Lambayeque.

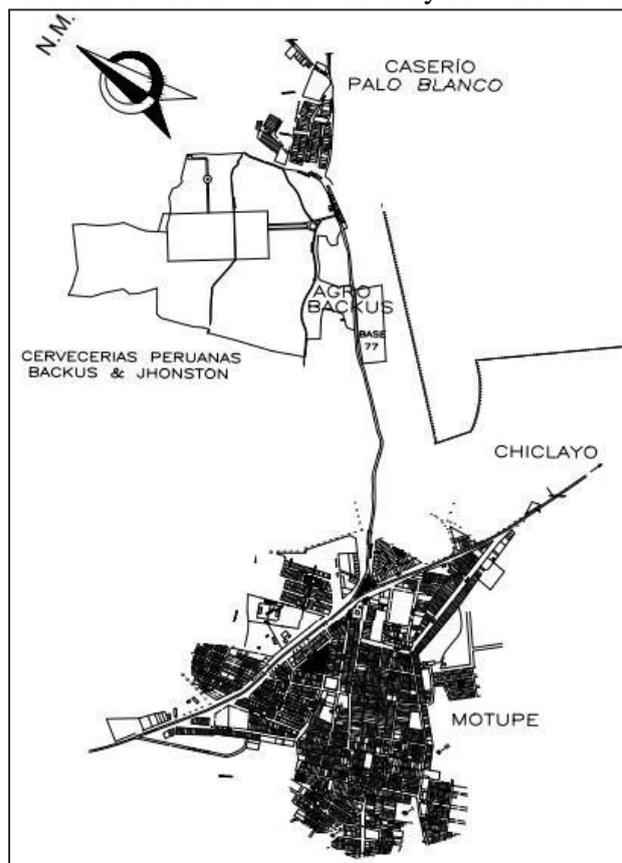
Figura 1. Ubicación Geográfica de la Planta Backus y Johnston en el Distrito de Motupe



Fuente: Google Maps

¹ (Backus , s.f.)

Figura 2. Plano de Ubicación de la Planta Backus y Johnston en el Distrito de Motupe



Fuente: Backus

Figura 3. Plano de Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual en Planta Backus Motupe



Fuente: Backus

II. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

2.1. Caracterización del área de desarrollo del informe.

El sitio de estudio está ubicado en el distrito de Motupe el cual pertenece al departamento de Lambayeque; la cervecería tiene un compromiso con el estado en la preservación y conservación del ambiente. Por ello es obligatorio contar con una planta de tratamiento de agua residuales con el fin de tratar el efluente que se forma de sus procesos de producción de bebidas.

Para crear este informe, se documentó las experiencias obtenidas en persona, registrando la forma de operación de la planta y los resultados que obtienen por medio del sistema de tratamiento adoptado y por último proponer posibles mejoramientos a sus sistemas.

2.2. Planteamiento del problema

Generalmente se estima que las aguas servidas por las comunidades, instituciones, comercio e industrias son un residuo para eliminar cuando es un recurso que luego de ser tratado puede satisfacer la demanda de agua adecuadamente en las comunidades sobre todo en sitios donde no es fácil su suministro.

En la industria cervecera el efluente de las aguas residuales presenta enormes fluctuaciones variando de 3 a 20 litros de agua consumida por litro de producto elaborado. El 67% de estas aguas residuales se tratan generalmente por reactores anaeróbicos de flujo ascendente (UASB), obteniéndose eficiencias de remoción del 80% de la demanda química de oxígeno (DQO). (Arrieta , 1997).

Si la empresa no cumpliera con las normas y requisitos mínimos establecidos por las autoridades sanitarias, el vertimiento de las aguas sin tratar originaría efectos negativos en el ambiente principalmente por la alta presencia de materia orgánica, lo que conlleva a

la formación de olores, generación de dióxido de carbono (CO₂), pérdida de la cobertura vegetal, etc.

Por todo lo anterior, cabe decir que el tratamiento de las aguas residuales es de gran importancia dado que luego de ser utilizada, su composición biológica es modificada; por lo que debe realizar una serie de mejoramiento del agua para impactar al ambiente de manera positiva. ¿Es adecuada la tecnología aplicada para el tratamiento de las aguas residuales y que estas puedan impactar de forma positiva al ambiente?

2.3. Justificación

El presente informe permitirá a la empresa diagnosticar si los métodos usados actualmente para el tratamiento de las aguas residuales son eficiente en la remoción de los contaminantes considerando los lineamientos establecidos por las autoridades sanitarias.

Teniendo en cuenta que la contaminación ambiental está en límites alarmantes actualmente y gran parte se debe a las actividades industriales, estas tienen como obligación remediar los daños que ocasionan con sus operaciones; por medio del reforzamiento de la responsabilidad social empresarial en el cuidado del ambiente y el uso equitativo del agua.

Por otra parte, la realización de este trabajo permite la aplicación de la teoría adquirida en la etapa universitaria, aportando soluciones a problemas que suceden en la vida real a nivel industrial.

Por último, los resultados de este trabajo pueden llegar a ser de gran utilidad a futuras investigaciones sobre el nivel de eficiencia que tienen estas tecnologías en el tratamiento de las aguas residuales y si es necesario la aplicación de nuevas y/o diferentes técnicas en este tipo de industrias.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo General

Detallar las técnicas aplicadas en el proceso de tratamiento de aguas residuales industriales realizado en la planta cervecera Backus-Johnston ubicada en el distrito de Motupe.

2.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las técnicas aplicada y el funcionamiento que llevan a cabo en el tratamiento de las aguas residuales.
- Evaluar la eficacia del método de tratamiento de aguas residuales en Cervecería Backus – Motupe.

2.5. Alcance

Realizar un diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas residuales de la cervecería Backus-Johnston ubicada en el distrito de Motupe, detallando si las técnicas aplicadas generan un impacto positivo al ambiente.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Descripción del proceso de fabricación de cerveza

El proceso cervecero siempre consta de una serie de pasos, que en general no deben variar, pero sus variaciones, en esencia aportarán los diferentes matices de cerveza tales como:

3.1.1. Germinación o Malteado.

La germinación es el proceso a través del cual los granos desarrollan las enzimas necesarias para el posterior proceso de maceración. Para ello, necesitan tener un grado de humedad próximo al 45%², lo cual se consigue sometiendo a las semillas a procesos de

² (Tintó García-Moreno & Vijande Majem , Proceso de elaboración. Malteado)

remojado; con agua a 16 °C y a los procesos de drenado; en los cuales se deja el grano al aire, minimizando los posibles cambios bruscos de temperatura.

Alternando la exposición al aire y agua se evita que los granos consuman todo el oxígeno del agua de remojado con lo que detendrían su proceso de germinación, con lo cual no se formarían los enzimas. Y además se minimizan los focos térmicos que producen los propios granos durante su actividad metabólica. Industrialmente se puede llevar el proceso sobre el suelo de grandes almacenes y se va regando el grano con agua y se va removiendo con palas o rastrillos (con el objetivo de que los granos inferiores no acumulen todo el calor desprendido durante la aparición de la raicilla.

En las industrias más modernas se recurre a germinadores de torre que reaprovechan el agua y el calor de cada una de las etapas de forma muy eficiente. Por el contrario, si se disponen de pocos medios, poco espacio y el proceso se va a llevar a cabo a pequeña escala, bastará con una cuba donde se dejarán las semillas sumergidas unas 8 h y en aireación durante unas 12 horas.

3.1.2. Secado y Tostado

Las semillas germinadas o malta son transportadas hasta el molino. La molienda puede ser seca o húmeda. Se recurre al secado para eliminar la mayor cantidad de agua de los granos consiguiéndose así una humedad próxima al 5 %, esto sirve para prolongar los tiempos de almacenado del grano, si no se va a moler inmediatamente después de germinar. Asimismo, el tostado también es empleado para reducir la cantidad de agua de los granos, pero a la vez que se le da una cierta tonalidad al grano que puede ir desde su color original hasta un color marrón oscuro, el objetivo que se persigue con el tostado es otorgar sabores diferentes a los granos, lo cual posteriormente dará una cerveza con un sabor más amargo y/o un color más oscuro.

3.1.3. Molienda

La finalidad de la molienda es la producción de partículas de pequeño tamaño que puedan ser rápidamente atacadas por los enzimas en la cuba de maceración. La molienda ideal podría resumirse como:

- No deben quedar granos sin moler.
- La mayoría de las cascarillas deben partirse de extremo a extremo.
- El endospermo (reservas de almidón) debe quedar libre de la cascarilla.
- Homogeneizar el tamaño del endospermo.
- Industrialmente se emplean los molinos de rodillos ajustables.

Figura 4. Molino de Cebada con Rodillo Ajustable



Fuente: Homebrew Factory

3.1.4. Maceración

En la maceración, los cereales se introducen en una cuba, a los cuales se les añade agua previamente acidificada hasta un pH de 5.5. La cantidad de agua se basa en una relación de tres litros de agua por kilo de cereales. Esta mezcla remueve hasta que se forma una pasta consistente.

El proceso más simple es precalentar el agua hasta los 70 °C temperatura que descenderá hasta los 65 °C (temperatura de trabajo óptimo de los enzimas) al introducir el grano, el cual se deja durante una hora y media o dos horas según si quedase o no almidón en el mosto.

Las enzimas son los responsables de la hidrólisis de los azúcares contenidos en el grano. Se trata de biocatalizadores que encuentran su actividad favorecida a determinadas temperaturas, en este caso, y para las enzimas de interés los rangos están comprendidos entre 55 y 68 °C de modo que, para la realización de la mejor maceración, es decir, aquella que asegure la máxima conversión en glúcidos fermentables, se trabaja en estos márgenes de temperaturas.

Los perfiles térmicos del macerado deben escogerse en función del material a utilizar, así como, de las propiedades de la cerveza a producir o en función de la actividad enzimática que se desee priorizar.

Industrialmente, los procesos de malteado son largos y su único fin es la generación de enzimas, por esta razón muchas empresas emplean enzimas ajenas al grano que son inoculadas al inicio de la maceración, con lo que tiempo total del proceso se ve reducido lo cual se traduce en mayores producciones y en menores tiempos, lo cual supone mayores beneficios.

Las principales enzimas del proceso están clasificadas en la siguiente tabla donde se facilitan los nombres comunes de las enzimas, así como, su código por el que son conocidas internacionalmente:

Tabla 1. Principales enzimas del proceso para la elaboración de cerveza.

ENZIMA	CÓDIGO	OTROS NOMBRES
α -amilasa bacteriana	2.4.2.n2	D-
α -amilasa fúngica	1.1.99.13	aldohexopyranosidedehydrogenase Glucosidexylosyltransferase
Amilo glucosidasa	3.2.1.3	Amylo-(1,4 to 1,6)transglucosidase
Pululasana	3.2.1.41	α -dextrin endo-1,6- α -glucosidase

β - glucanasa bacteriana β – glucanasa fúngica	3.2.1.6	β -glucosidekinase
Xilanasa	3.2.1.8	Endo-1,4- β -xylanase
Proteasas neutras	3.4.21.12	α -lyticendopeptidase
α – acetatodescarboxilasa	4.1.1.4	ALDC

Fuente: Mauro Gisbert Verdú. Diseño del proceso industrial para la elaboración de cerveza.

La alfa amilasa, la amilo glucosidasa y la pululanasa son enzimas cuya función es transformar los azúcares pesados (almidón) en glucosa y otros azúcares fermentables. Los efectos de la beta glucanasa y de la xilanasa se aprecian en las propiedades físicas del producto final, ya que hidrolizan los coloides que se encuentran en el fluido reduciendo así su viscosidad.

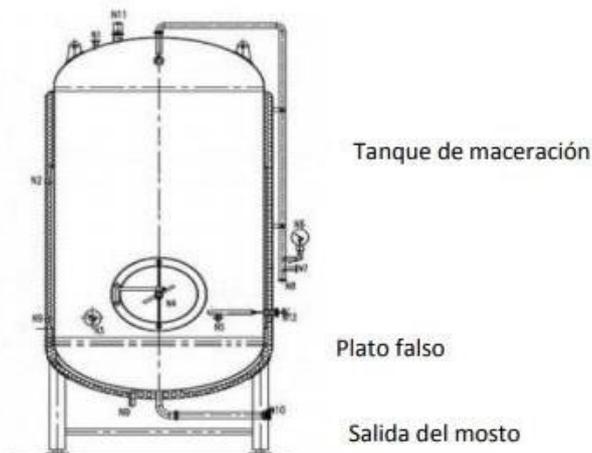
Las proteasas afectan directamente al proceso productivo y se emplean para controlar la captación del nitrógeno de los aminoácidos por parte de la levadura, es decir, que controlan el crecimiento de la biomasa. Y, por último, el ALDC que acelera el proceso de maduración de la cerveza verde.

Los parámetros cinéticos de las enzimas es una información muy valiosa para la industria bioquímica, pero pueden conocerse de forma muy aproximada si se plantean una serie de ensayos en los que, fijando la cantidad de sustrato y de enzima, con lo cual, midiendo el tiempo de reacción y analizando los productos con un espectrofotómetro o con un HPLC se determinarían dichos parámetros.

Las enzimas como la mayoría de las proteínas son muy sensibles a los cambios de temperatura y a los de pH, condiciones que pueden llegar a desnaturalizarlas haciendo que

pierdan sus propiedades conformacionales y por tanto que dejen de participar en las actividades metabólicas pertinentes.

Figura 5. Esquema de una Tanque de Maceración Industrial



Fuente: Mauro Gisbert Verdú. Diseño del proceso industrial para la elaboración de cerveza

3.1.5. Aspersión

Su finalidad es recircular el mosto varias veces a través del grano, de tal forma se consigue arrastrar cualquier traza de glúcidos que puede haber quedado retenida en el grano a la vez que se va clarificando el mosto. Posteriormente se repite el proceso, con agua caliente (70 °C) de esta forma se maximiza la concentración de azúcares en el extracto. Ha de tenerse la precaución de no usar agua demasiado caliente, nunca mayor a los 80 °C, para no extraer sustancias perjudiciales para el sabor de la cerveza como dextrinas o taninos.

3.1.6. Cocción o hervido

Una vez tenemos el mosto, un líquido dulce, de color caramelo (aunque dependerá del grado de tostado del grano y del tiempo de aspersión) se procederá con una cocción, donde haremos que la mezcla hierva 90 minutos, durante los cuales se añadirá el lúpulo.

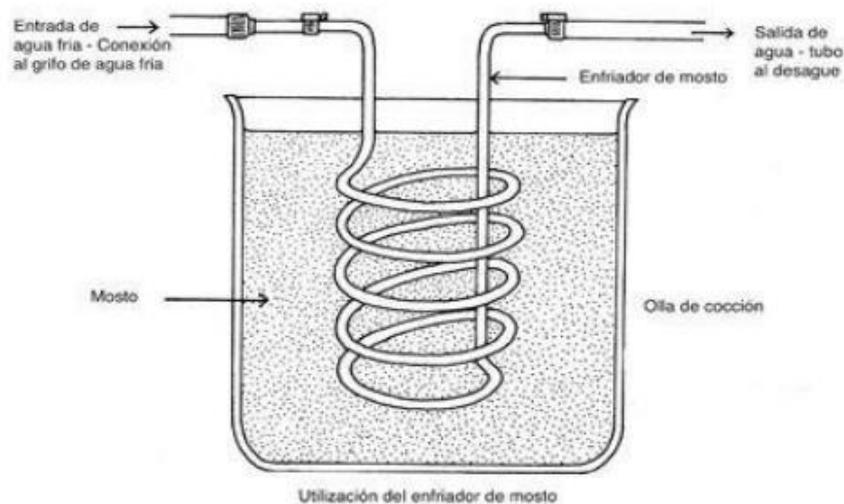
3.1.7. Enfriamiento

El enfriamiento del mosto se lleva a cabo por un sistema de refrigeración que consiste en un intercambiador de hélice por el que fluye agua a 20 °C en el caso de las

levaduras ale o a 8°C si se va a utilizar una lager. Una vez la disolución alcance el valor deseado, ya se podrá inocular la levadura sin peligro, puesto que de ser una temperatura superior a la indicada se corre el riesgo de matar a la cepa con lo que no se producirá fermentación.

El sistema más empleado industrialmente es el del serpentín de acero inoxidable a través del cual se hace circular una corriente de agua fría o en el caso de las empresas más grandes, se recurre a gases como el nitrógeno líquido.

Figura 6. Sistema de Enfriamiento de Mosto



Fuente: Mauro Gisbert Verdú. Diseño del proceso industrial para la elaboración de cerveza

3.1.8. Fermentación

El mosto una vez enfriado es apto para comenzar la etapa de fermentación. Aunque la cantidad de levadura inicial sea un valor propio de cada empresa, la variación en el inóculo hará que el resultado final variara enormemente, puesto que si la cantidad inicial es insuficiente se produce una fermentación inicial lenta que alarga el proceso, con las consecuentes repercusiones económicas que esto supondrá.

Por otro lado, un exceso de levadura en la siembra supondrá una competición por los nutrientes, lo que suele producir un desarrollo de la biomasa pobre y favorece la aparición de esteres, que producen mal sabor en la cerveza.

Durante la fermentación se genera una gran cantidad de calor que puede llevar al metabolismo de las levaduras a la generación de subproductos indeseables; además de existir riesgo de infección. Para la evacuación del calor se emplean generalmente, intercambiadores de hélice por los que fluye agua a la temperatura que precisa la levadura.

3.1.9. Terminación y maduración

Cuando la cerveza ya ha alcanzado un grado de fermentación adecuado se la transfiere a la cuba de maduración, donde, a la temperatura adecuada (según el estilo), la cerveza madura y produce mayor volumen de gas carbónico.

La maduración del producto es una parte esencial en el proceso ya que asegura el afinamiento de los sabores y los olores de la cerveza. Cuanto más tiempo se tenga en maduración mayores matices tendrá nuestra cerveza.

3.1.10. Filtración

Es, en principio, una eliminación mecánica de toda la levadura viva de la bebida. La cerveza fluye una o varias veces a través de una o múltiples capas de filtración con diferente porosidad. Este proceso provoca la disminución gradual de la cantidad de levadura en las cervezas.

3.2. Agua residual

Las aguas residuales son las aguas usadas y los sólidos que por uno u otro medio se introducen en las cloacas y son transportados mediante un sistema de alcantarillado. Por lo general provienen de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual. (Mendonca, 1987). Según su origen las aguas residuales se pueden clasificar en:

- Aguas residuales domésticas, A.R.D., los líquidos provenientes de las viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales.

- Aguas residuales municipales, se denomina así a los residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta de tratamiento municipal.
- Aguas residuales industriales, son las aguas residuales provenientes de las descargas de industrias de manufactura.
- De acuerdo con McKinney (1992), las características de estos tipos de aguas residuales son diferentes una con respecto a la otra, como consecuencia, sus tratamientos también deben serlo. Por ser objeto del presente estudio, evaluar el tratamiento para aguas residuales industriales; el tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales se dejará de lado.

3.2.1. Maneras por medio de las cuales los contaminantes del agua se introducen en el ambiente

Los vertidos de aguas residuales representan una importante fuente global de contaminación. Los residuos domésticos e industriales son vertidos en las aguas superficiales a través de los sistemas de alcantarillado. En algunos casos los residuos industriales son vertidos directamente en las aguas superficiales. La calidad de las aguas residuales que se vierten al agua depende de los contaminantes que contenga y del tratamiento al que haya sido sometida el agua residual antes de ponerse en contacto con las aguas superficiales.

Las aguas residuales domésticas contienen principalmente papel, jabón, orina, heces y detergentes. Los residuos industriales son variados y dependen de los procesos específicos de las industrias que los originan.

Los metales pesados están asociados con las operaciones de minería y fundición, los clorofenoles y fungicidas con las fábricas de papel, los insecticidas con las fábricas de

pesticidas, diferentes compuestos químicos orgánicos con la industria química y las sustancias radiactivas con las plantas de energía nuclear.

En el interior las emisiones de residuos industriales son atentamente controladas, pero en el mar la extracción de petróleo y manganeso conducen al vertido directo de contaminantes en el mar. Los residuos radiactivos son tirados al mar en grandes barriles de cemento para que se hundan, pero a menudo los barriles acaban teniendo pérdidas después de un tiempo. Los representantes de industrias a menudo envían sus residuos al mar para que sean vertidos ilegalmente, porque su purificación es muy cara.

Los contaminantes pueden encontrarse en el agua en diferentes estados. Pueden estar disueltos o en suspensión, lo que significa que se encuentran en forma de gotas o de partículas. Los contaminantes también pueden estar disueltos en gotas o absorbidos por partículas. Todos los estados de los contaminantes pueden desplazarse grandes distancias en el agua de muchas maneras diferentes.

La materia particulada puede caer al fondo de los cauces y lagos o ascender a la superficie, dependiendo de su densidad. Esto significa que mayormente permanece en la misma posición cuando el agua no fluye deprisa. En los ríos, los contaminantes normalmente viajan grandes distancias. La distancia que viaja depende de la estabilidad y el estado físico del contaminante y de la velocidad del flujo del río. Los contaminantes viajan mayores distancias cuando están disueltos en un río de flujo rápido. Las concentraciones en un lugar son entonces generalmente bajas, pero el contaminante puede ser detectado en muchos más sitios que si no hubiera sido transportado tan fácilmente. En lagos y océanos los contaminantes son transportados por las corrientes. Existen muchas corrientes en los océanos, que son producidas por los vientos. Esto permite a los contaminantes viajar de un continente a otro.

3.3. Planta de tratamiento de las aguas residuales (PTAR)

El tratamiento de las aguas residuales puede definirse como el conglomerado de técnicas y procedimientos unitarios de carácter físico, químico y biológico cuyo objetivo es que el trabajo conjunto de los equipamientos elimine o reduzca la contaminación y/o características no deseables en las aguas, puede ser de fuente natural, de abastecimiento, de procesos residuales³.

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.

3.3.1. Cribado

Los sistemas primarios son los más sencillos en la limpieza del agua y “tiene como función de preparar el agua, limpiándola de todas aquellas partículas cuyas dimensiones puedan obstruir o dificultar los procesos posteriores”⁴.

Es importante como tratamiento primario se busque de remover la materia flotante que trae consigo el agua, y sobre todo si viene de mantos superficiales que fácilmente pueden ser contaminados por papel, plásticos grandes, troncos de madera, etc. Dado a que no ser eliminados pueden causar daños a los mecanismos posteriores o bloquear tuberías. Estas mallas también llamadas cribas, tiene que ser diseñadas de un material anticorrosivo para evitar el desgaste con la fricción del paso del agua. Las cribas generalmente es una malla o una placa perforada; esto provoca que las partículas más pequeñas que el tamaño de las aberturas (del medio de cribado) pasen por medio de ellas como finos y que las partículas más grandes sean acarreadas como residuos.

³ (AGUASISTEC. Solución en Tratamiento de agua , s.f.)

⁴ (Rodie B. & Hardenberg, 1987)

3.3.2. Tratamiento Anaeróbico

Las aguas residuales presentan una alta concentración de carga orgánica, el tratamiento anaeróbico se presenta como una alternativa frente al que sería un costo tratamiento aeróbico, debido al suministro de oxígeno. Los tratamientos anaeróbicos se implementan para la remoción de materia orgánica de las aguas residuales y el de oxidación y estabilización de lodos orgánicos o biosólidos producidos en el tratamiento biológico.

La remoción de materia orgánica constituye uno de los objetivos del tratamiento de las aguas residuales, utilizándose en la mayoría de los casos procesos biológicos. El mecanismo más importante para la remoción de la materia orgánica presente en el agua residual es el metabolismo bacteriano. El metabolismo consiste en la utilización por parte de las bacterias, de la materia orgánica como fuente de energía y carbono para generar nueva biomas

3.3.2.1. Tanque de Neutralización de pH

La neutralización es el proceso de ajuste de pH del agua por medio de la adición de un ácido o una base, dependiendo del pH objetivo y de otros requerimientos de proceso. La mayor parte de los efluentes pueden ser neutralizados a un pH de 6 a 9 de forma previa a su vertido.

En tratamiento químico industrial, se requiere habitualmente la neutralización de la alcalinidad o acidez en exceso. La determinación de las características del agua a neutralizar se logra normalmente en experimentos a escala de laboratorio por medio de la preparación de curvas de valoración, que muestran la cantidad de material alcalino o ácido necesario para ajustar el pH en el agua objetivo (Goel, Flora, & Chen, 2005).

Hay tres componentes críticos en cualquier sistema de control de pH: intensidad de mezcla o tiempo de contacto en el reactor, el tiempo de respuesta del sistema de control y

la capacidad del sistema de dosificación para alcanzar los requerimientos del proceso. Si alguno de esos componentes no está apropiadamente diseñado, se pueden prever problemas significativos en el comportamiento del sistema. Los métodos utilizados para el ajuste de pH se seleccionan en base al coste total porque los costes materiales y las necesidades de equipamiento varían ampliamente en función de los reactivos. El volumen, tipo y cantidad de ácido o álcali a ser neutralizado o parcialmente eliminado son también variables que influyen la selección de un agente químico (IWA & WEF, 2003).

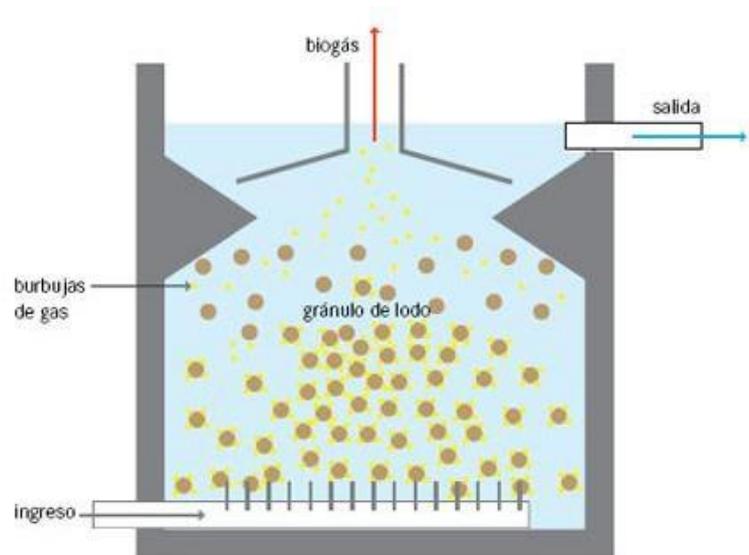
3.3.2.2. Reactor anaeróbico de flujo ascendente (UASB)

Es un procedimiento de tanque simple. Las aguas residuales entran en el reactor por el fondo, y fluyen hacia arriba. Una capa de lodo suspendida filtra las aguas residuales, tratándolas al ir atravesándola.

En un reactor UASB ocurren procesos de depuración anaeróbica, la cual transforma las sustancias contaminantes en amoníaco, dióxido de carbono, agua y sulfuro de hidrógeno. En el proceso se obtiene, por una parte, gas que, aunque se potencia calorífica no es muy grande, puede utilizarse como fuente de calor en las ciudades y combustión en calderas de vapor para calefacción y combustible de motores acoplados a generadores eléctricos. Por otro lado, la masa restante biodegradada por las bacterias puede utilizarse como abono para la fertilización de los suelos, así como en alimentación animal. El agua contaminante, tratada inicialmente, puede ser vertida entonces en cualquier curso receptor (si éstas cumplen con las normas de vertimiento), por lo que este proceso puede utilizarse para depurar o contribuir a regenerar una zona medioambiental dañada, a este proceso se le denomina biorremediación⁵.

⁵ (Lorenzo & Obaya , 2006)

Figura 7. Funcionamiento de un Reactor UASB



Fuente: <http://alianzaporelagua.org/Compendio/tecnologias/t/t9.html>

3.3.2.3. Tanque de lodos anaeróbicos

La estabilización de lodos es un proceso que tiene las ventajas de reducir la masa y volumen de éstos, facilitar el desaguado y reducir los organismos patógenos, olores y atracción de vectores.

Los cuatro métodos más comunes para estabilizar los lodos son:

- Digestión anaerobia
- Digestión aerobia
- Composteo
- Adición de cal

No obstante, estos procesos presentan varias dificultades, siendo la más importante, el costo de inversión y operación.

La digestión anaerobia es el proceso con mayores ventajas, sin embargo, su costo de construcción es más elevado, los digestores requieren una gran cantidad de equipos periféricos, requiere que los lodos sean calentados, el agua en el lodo contiene una elevada

concentración de amoníaco y se desestabiliza si no se lleva un buen control de la operación.

La digestión aerobia se usa típicamente en plantas de tratamiento con capacidades menores a 220 l/s (Water Environment Federation, 2010). Este tipo de estabilización, aunque tiene un menor costo de construcción que la digestión anaerobia, presenta la desventaja de que el costo de operación es más elevado, ya que requiere suministro de aire para estabilizar los lodos.

El composteo se usa generalmente en los lodos que serán utilizados como mejoradores o acondicionadores de suelos. Este proceso requiere de mano de obra intensiva y puede generar olores. Además, puede incrementar la masa de biosólidos a disponer y transmitir los patógenos por medio del polvo que genera.

La estabilización alcalina con adición de cal presenta la ventaja de una inversión menos costosa y es más fácil de operar que los otros procesos. Sin embargo, este proceso tiene la gran desventaja de que los biosólidos producidos pueden regresar a su estado inestable si el pH cae después del tratamiento, lo que ocasiona el crecimiento de nuevos microorganismos. Otros problemas son los olores y el costo de la cal o material alcalino, que además incrementa la masa de los biosólidos a disponer.

3.3.3. Laguna Aerobia

Se definen como depósitos construidos mediante excavación y compactación de la tierra a poca profundidad que permite almacenar agua de cualquier calidad por periodos relativamente mayores, el principal objetivo de estas lagunas es el tratamiento de las aguas residuales y residuos industriales biodegradables mediante procesos naturales que implican actividad bacteriana y relaciones simbióticas entre algas y otros organismos.

Este sistema es usado regularmente por pequeñas comunidades, zonas rurales y algunas industrias, debido al poco mantenimiento de este tipo de tratamiento no requiere

mano de obra intensiva, es necesario controlar de manera adecuada la biomasa de este, de manera que pueda lograr el objetivo primordial de sanear el efluente para ser vertido a los cuerpos receptores sin contaminar (Fibras y normas de Colombia S.A.S., 2018).

Este tipo de lagunas reciben aguas residuales que han sido sometidas a un tratamiento previo y que contienen pocas concentraciones de sólidos en suspensión, en ellas, se produce la degradación de la materia orgánica, se caracterizan por ser lagunas poco profundas (1 a 2 metros) y suelen tener tiempos de residencias elevados (20 a 30 días). Las lagunas aerobias se clasifican, según el método de aireación, en aerobias y aireadas.

- **Lagunas aerobias:** la aireación es natural, siendo el oxígeno suministrado por intercambio a través de la interfase aire-agua y por la actividad fotosintética de las algas.

- **Lagunas aireadas:** en ellas, la cantidad de oxígeno que se suministra por medios naturales es insuficiente para llevar a cabo la oxidación de la materia orgánica, así que se recurre a un suministro adicional de oxígeno por medios mecánicos.

3.3.4. Tanque Clarificador Secundario

Este proceso se usa por lo general luego de procesos biológicos, para retener, remanentes y sólidos suspendidos de los procesos anteriores.

En algunos casos la sedimentación es el único tratamiento al que se somete el agua residual; puede producirse en una o varias etapas o en varios puntos del proceso de tratamiento, los clarificadores secundarios preceden a los reactores biológicos o procesos de lodos activados (Ramalho, 1983).

Un clarificador secundario, remueve biomasa viva y muerta además de materia orgánica no digerida y sólida en suspensión; estos clarificadores se caracterizan porque se

realiza la decantación de suspensión concentrada donde las partículas sedimentan en grupos a una misma velocidad.

Un clarificador secundario, consta de las siguientes zonas:

- Zonas de entrada: permite la distribución uniforme en el clarificador.
- Zona de decantación: se trata de un canal rectangular de un volumen, longitud y condiciones de flujo adecuado para que sedimenten las partículas. La dirección del flujo debe ser horizontal y la velocidad es uniforme en todos los puntos.
- Zona de salida: Construida por un vertedero y tuberías que tienen la finalidad de recolectar el efluente sin perturbar la decantación de las partículas depositadas.
- Zona de recolección de lodos: constituida por una tolva con capacidad de depositar los lodos sedimentados, y una tubería con válvula para los drenajes de los lodos.

3.3.5. Tanque de Contacto de Cloro

Área donde se realiza el proceso de desinfección del agua mediante el uso del cloro gas como agente químico desinfectante, antes de descargar el agua a los cuerpos receptores. Última etapa del tratamiento de aguas residuales cuyo objetivo principal es eliminar los organismos patógenos presentes en el agua, que pueden contaminar el manto hídrico, causar enfermedades y poner en peligro la salud humana.

3.3.6. Filtros Multimedia

Los Filtros multimedia están diseñados para poder filtrar sólidos suspendidos en el agua por medio de varias capas de medios filtrantes de más grueso a más fino. Este diseño hace que las partículas más grandes queden atrapadas en las capas superiores y las más pequeñas en las inferiores. Tal diseño maximiza la capacidad de atrapar partículas que pueden ser arenilla, óxidos, orgánicos y sedimentos en general desde 10-15 micrones a más.

Los medios filtrantes son seleccionados por densidad y tamaño para que después las partículas acumuladas se puedan retro lavar y auto limpiar de forma automática usando válvulas de última generación. En este proceso el flujo del filtro se invierte y el agua sucia se va por el drenaje para posteriormente pasar por un enjuague y quedar listo para el servicio.

IV. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

En la siguiente tabla se detalla las fuentes productoras de residuos y de efluente dentro de la planta cervecera Backus-Johnston de Motupe.

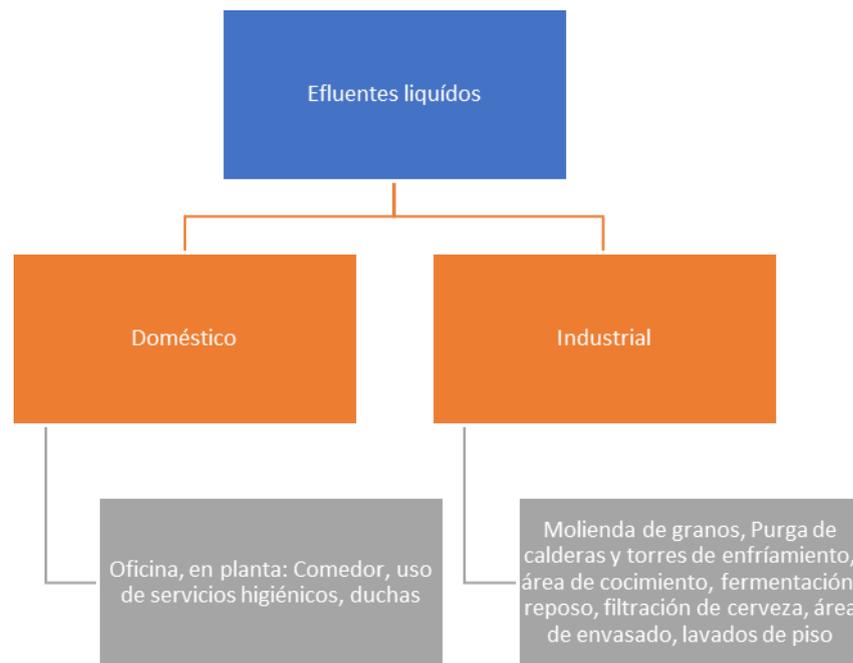
Tabla 2. Residuos Ocasionados en la Planta Cervecera

ACTIVIDAD	CAUSA
Molienda de Granos	Efluentes de lavado por rodillos con partículas sólidas
Cocimiento: Cocedor de adjuntos Mezcladora	Efluente por lavado de cocedor adjuntos, mezclador, cuba de filtración de mosto, paila de ebullición.
Filtración Ebullición en la paila de lúpulo Sedimentación en Whirlpool	Lavado de Whirlpool con elevada °T, DBO, STD y bajo PH
Fermentación: pre-fermentación, fermentación	Efluentes líquidos de: lavado de fermentadores con restos de levadura, elevado DBO y STD; el

principal y recuperación de levadura	pH varía de ácido a básico por lavados de ácidos y soda.
	Lavados frecuentes de piso.
Maduración	Efluentes líquidos de:
	lavado de fermentadores con restos de levadura, elevado DBO y STD; el pH varía de ácido a básico por lavados de ácidos y soda.
	Lavados frecuentes de piso.
Filtración	Residuos de tierras de infusorio y sedimentos
Almacenamiento de bodegas de gobierno	Efluentes líquidos de lavado de tanques de gobiernos y lavados frecuentes de piso
Envasado: Lavados de cajas, botellas y pasteurización	Efluentes líquidos de: Lavado de cajas, botellas.
	Elevada temperatura, SDT, Ph.
	Rebose de Pasteurización
	Lavado frecuente de pisos, residuos de lubricantes
Residuos sólidos	Botellas rotas, etiquetas

Fuente: Backus

Figura 8. Esquema de las Actividades Generadora de Efluente Líquidos



Fuente: Backus

4.1. Área de influencia

El área de influencia está definida por la zona que alcanzaría a ser perjudicada por probables inundaciones a causa de posibles taponamientos y/o desgaste de la red de alcantarillado debido a las propiedades del efluente vertido por la fábrica industrial en el punto de descarga.

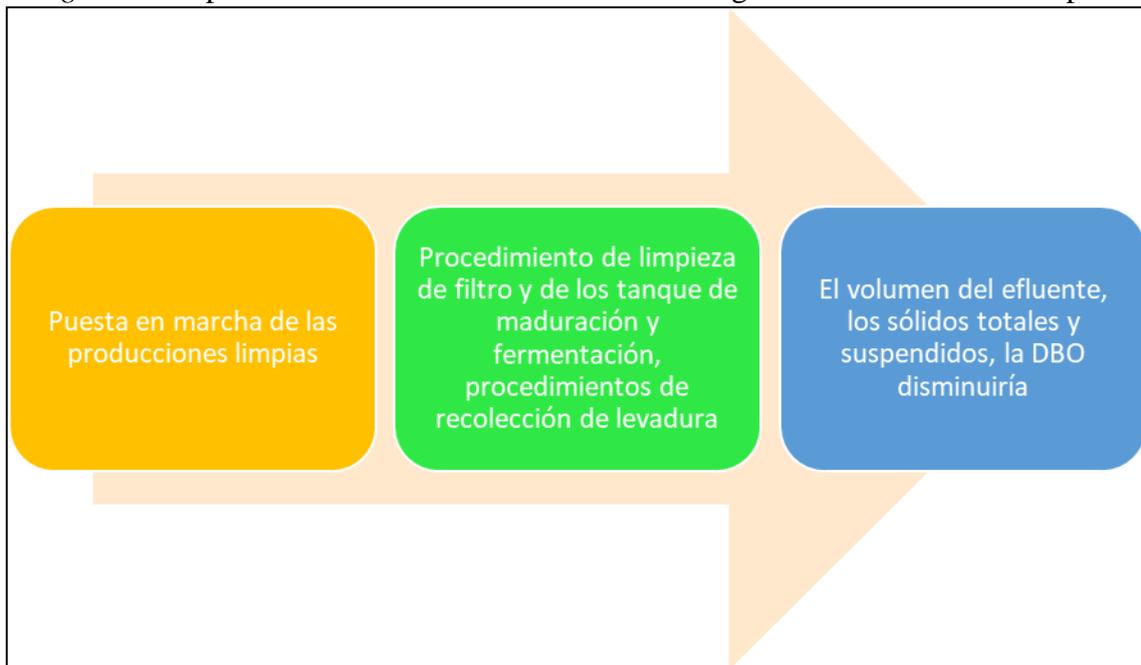
Pese a que a la condición complicada de los factores que intervienen en el taponamiento y/o desgaste de la red de alcantarillado los cuales no permiten que sea posible la delimitación de manera notoria del área de influencia, se estima que las descargas de aguas residuales industriales es un agente importante en las probables inundaciones de las zonas cercanas a la planta como también del aumento de las consecuencias negativas que traería este suceso.

4.2. Impacto ocasionado por la descarga del efluente industrial

A pesar de que actualmente existan sistemas representativos de producción limpia y prevención de contaminantes, muchos de los impactos negativos que ocurren en este tipo de industrias se debe a las descargas de efluentes líquidos que realiza la planta.

Gran parte de los sólidos totales suspendidos que están presentes en el agua residual se debe a: los trabajos de limpieza de la prensa del filtro, los trabajos de limpieza del tanque de fermentación y por último las operaciones de filtrado de cerveza.

Figura 9. Importancia de la Puesta en Marcha del Programa de Producción Limpia



Fuente: Backus

4.3. Posibles alternativas a la solución de los impactos ocasionados por la descarga del efluente

En la siguiente tabla se explica algunas alternativas que podrían tenerse en cuenta para la mitigación de los impactos negativos ocasionados por la descarga del efluente industrial.

Tabla 3. Impactos Negativos de la Descarga de Efluentes

Impacto	Causa	Posible Mitigación
Riesgo de impacto en la salud de población aledaña, propiedades privadas, a causa del desgaste de la red de desagüe	Descarga del efluente líquido al sistema de alcantarillado público	Estimar alternativas tecnológicas para reducir el vertimiento de sustancias contaminantes
		Implementar un programa de mantenimiento del sistema de tratamiento de las aguas residuales
		Examinar alternativas tecnológicas para sustituir insumos tóxicos
		implementar un programa de monitoreo de los cuerpos del agua luego de su vertimiento
Posibles escases de los recursos	Uso de agua en procesos no productivos	Capacitar al personal
	Procesos productivos	Establecer conformidades de uso/ reciclaje y examinar alternativas

Fuente: Backus

V. METODOLOGÍA

El presente informe debido a su carácter de ejecución se entiende como un trabajo descriptivo dado que trata de detallar los procesos que ocurren en el tratamiento de las aguas residuales en la cervecería Backus-Johnston en el distrito de Motupe.

La naturaleza de la investigación es cuantitativa en enfocarse en el estudio de que cada etapa de la planta de tratamiento de agua residual la cual busca la remoción de los contaminantes en el cuerpo del agua que causa afectaciones negativas a la salud pública y los seres vivos.

Para la recolección de datos se realizó una investigación de campo, donde se pudo obtener los datos que son de primera mano, en resumen, reales; ver el funcionamiento de cada una de las tecnologías y/o sistema que hacen parte de la planta de agua residual, sus operaciones, el personal calificado. Todo esto permitió obtener una mejor comprensión descriptiva entendiéndose según (Arias ,2006) la investigación descriptiva hace referencia a la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer una estructura o comportamiento.

Se elaboró una descripción de la planta e interpretar los datos obtenidos mediante documentos perteneciente a la empresa, la observación directa de los sistemas, tecnologías aplicadas y operadores, etc. Lo que permitió registrar e interpretar el entorno real.

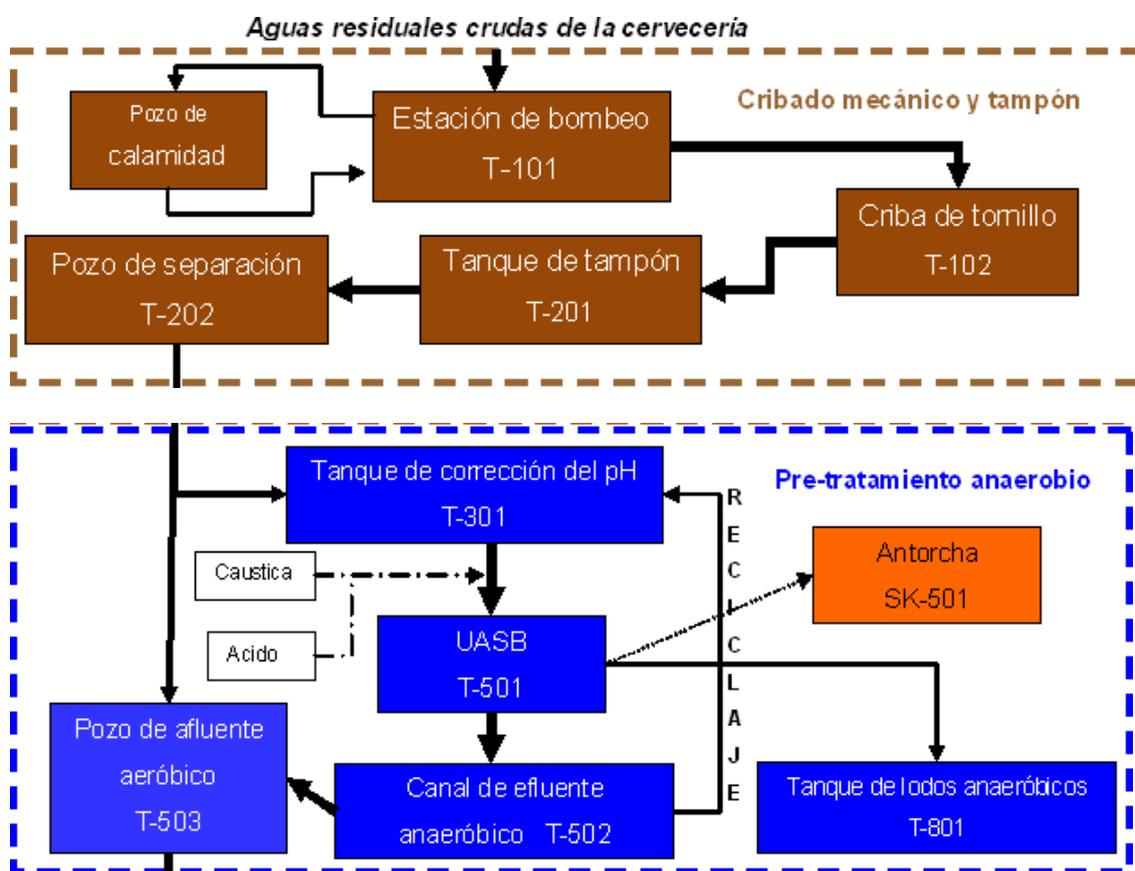
En resumen, para el trabajo se propuso conocer el funcionamiento de la planta de agua residuales de la cervecería Backus-Johnston ubicada en el distrito de Motupe; esta fue creada para dar solución a las aguas residuales producidas en la fabricación de sus productos. Para conocer la problemática se ejecutó una investigación de campo, para comprender con datos reales del funcionamiento siendo la misma de carácter descriptivo, donde se detalla la interacción que hay en la planta de agua residual.

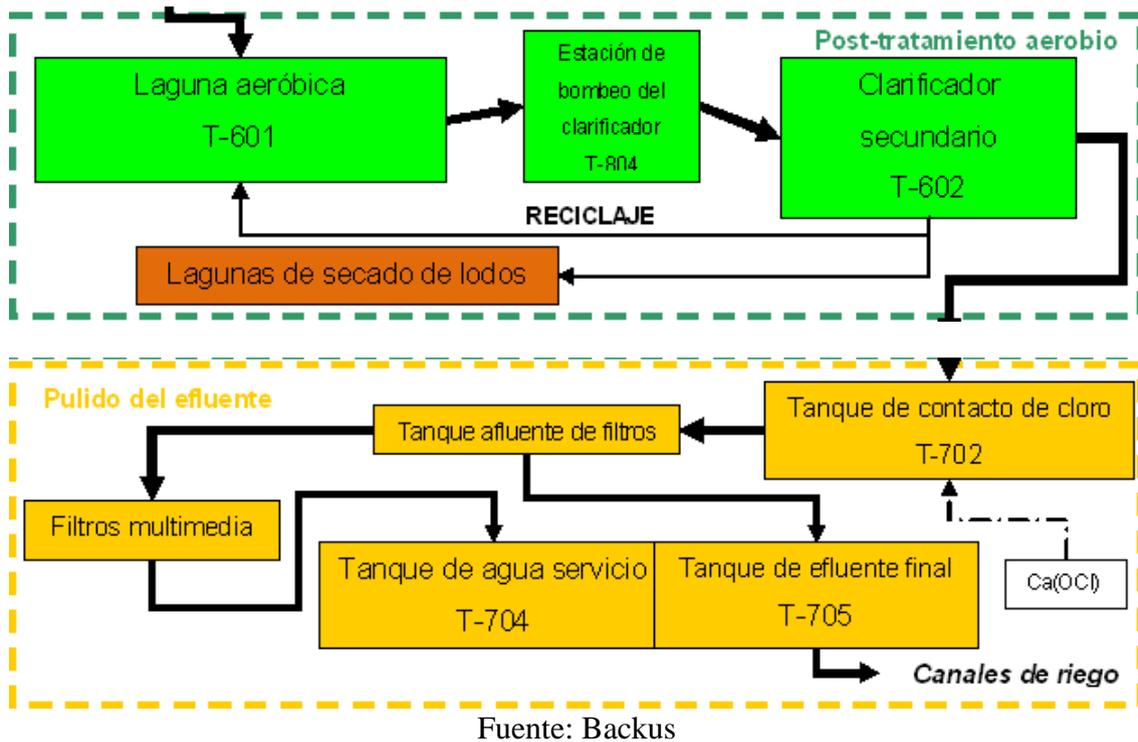
VI. PLANTA DE AGUAS RESIDUALES DE LA CERVERIA BACKUS-JONHSTON DE MOTUPE.

En este tipo de industria, los efluentes líquidos por lo general llevan una alta concentración de DBO (demanda bioquímica de oxígeno) como a su vez una alta densidad de materia orgánica y componentes sólidos orgánicos. Es por esta razón que para el diseño de la planta es imprescindible tener en cuenta estas características y realizar un adecuado manejo de los efluentes residuales, lo cual hace parte en la gestión ambiental de la industria; de igual manera, se tiene en cuenta las regulaciones de las autoridades, ubicación de la planta, costos e impuestos por contaminación exigido por la ley.

Al mejorar la calidad del agua y reducir las concentraciones de contaminantes que están presente en ella, da lugar a que estas puedan ser usadas para riego en las zonas aledañas a la planta cervecera.

Figura 10. Diagrama de flujo de la operación de la PTAR Motupe





6.1. Descripción de proceso

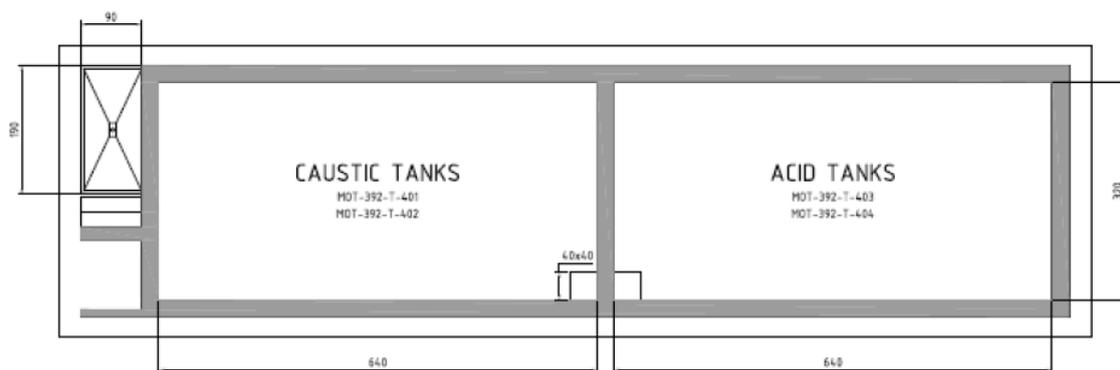
Actualmente las aguas residuales circulan por gravedad hasta las dos cacetas de bombeo que trabajan con un caudal máximo de $380 \text{ m}^3/\text{h}$.

6.1.1. Tratamiento primario

Antes de entrar en el equalizador se debe tomar muestras del agua para conocer las características iniciales antes de ser tratada como también circular por un pre tratamiento para remoción de partículas sólidas de gran tamaño que pueden llegar a obstruir las posteriores técnicas de la planta en este caso se utiliza el cribado.

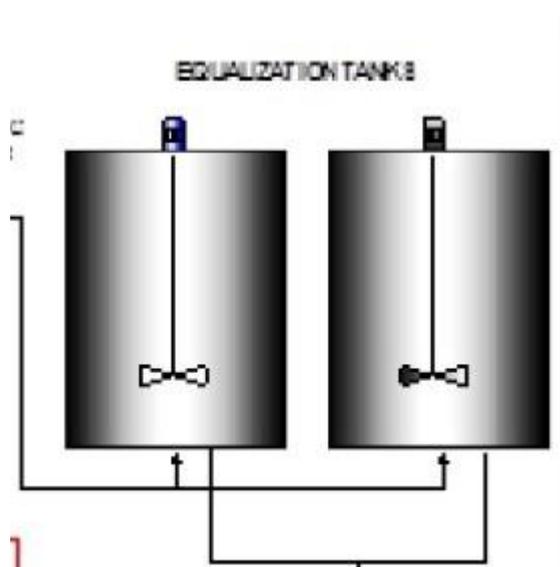
Luego de la retención de sólidos el agua fluye al equalizador que consiste en dos tanques: en uno se vierte soda cáustica y en el otro ácido. Dentro de los tanques hay agitadores en la parte inferior. Por medio de la acción de un acidificador se neutraliza el pH en un rango de 6.5-8.2; como también se busca que la concentración de carga orgánica sea constante.

Figura 11. Unidad dosificadora de químicos. Vista en planta



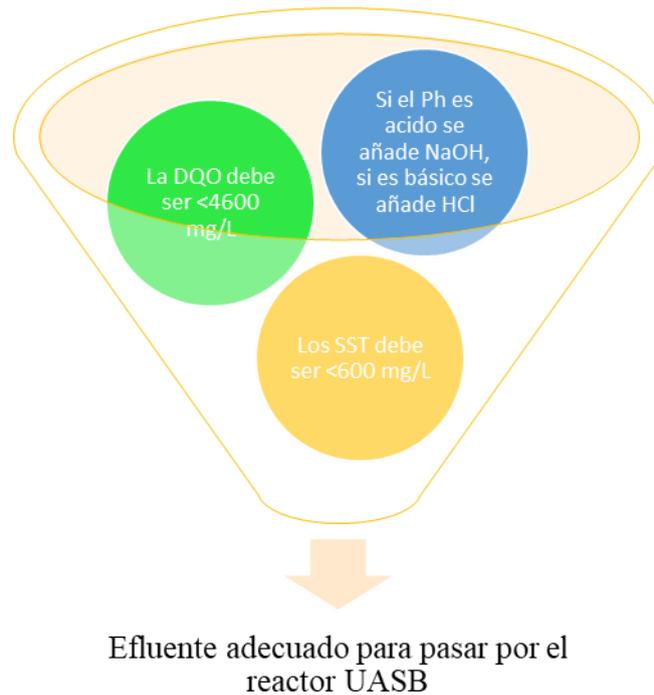
Fuente: Backus

Figura 12. Tanque Ecuilizador



Fuente: Backus

Figura 13. Parámetros antes del reactor anaerobio



Fuente: Backus

6.1.2. Reactor UASB

Este sistema opera de manera constante y en flujo ascendente, en este proceso el agua fluye por la zona inferior del reactor mediante una capa de lodos anaeróbicos metanogénicos activos. El agua al interactuar con estas partículas, en donde la materia orgánica se convierte biogás (metano y CO_2) y masa biomasa.

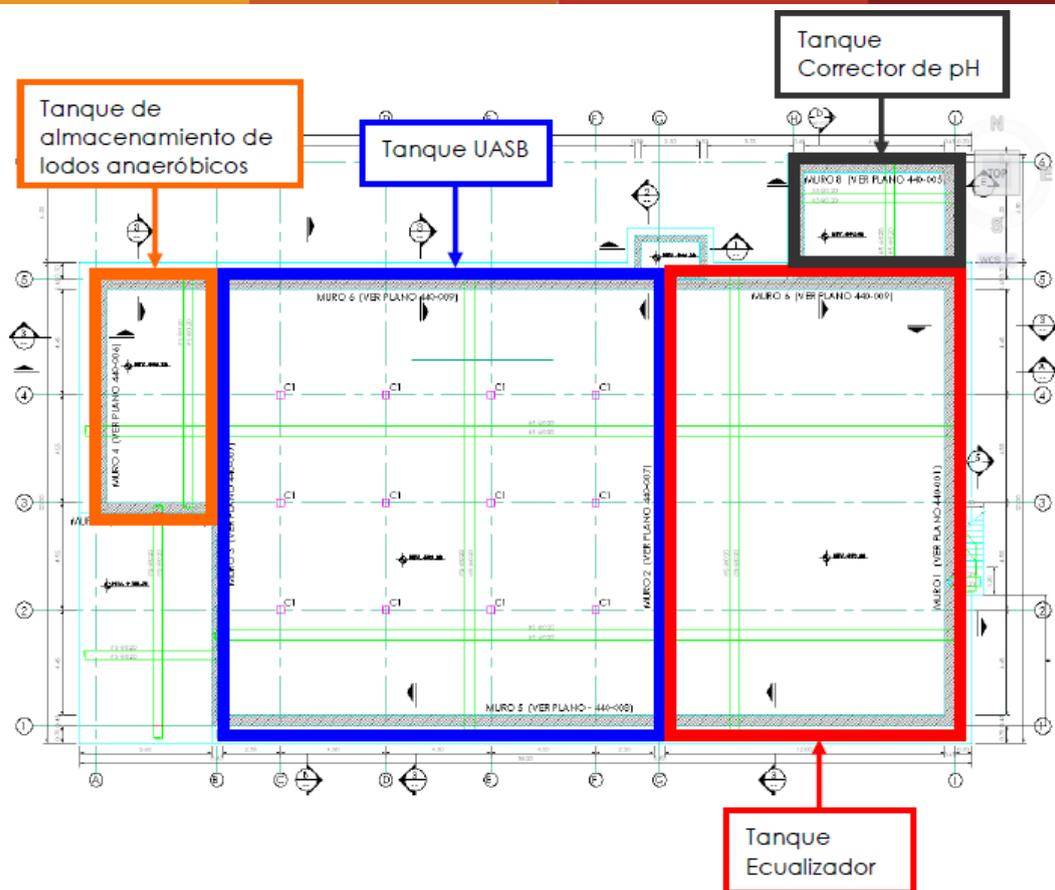
En la parte superior del reactor se ubican los gases formado en el proceso, los cuales son enviados a un compresor por medio de una válvula; este gas es utilizado posteriormente en las calderas de la planta.

Para que este tratamiento sea óptimo el agua se recircula por el tanque corrector de pH y luego a través del reactor anaeróbico, al final de este paso el efluente está adecuado para el tratamiento aeróbico.

En este procedimiento la materia orgánica (como las proteínas y carbohidratos) se transforman en ácidos grasos ante la ausencia de oxígeno, por lo tanto, se reduce aproximadamente un 80% de la materia orgánica y entre un 50-80 % de la DQO.

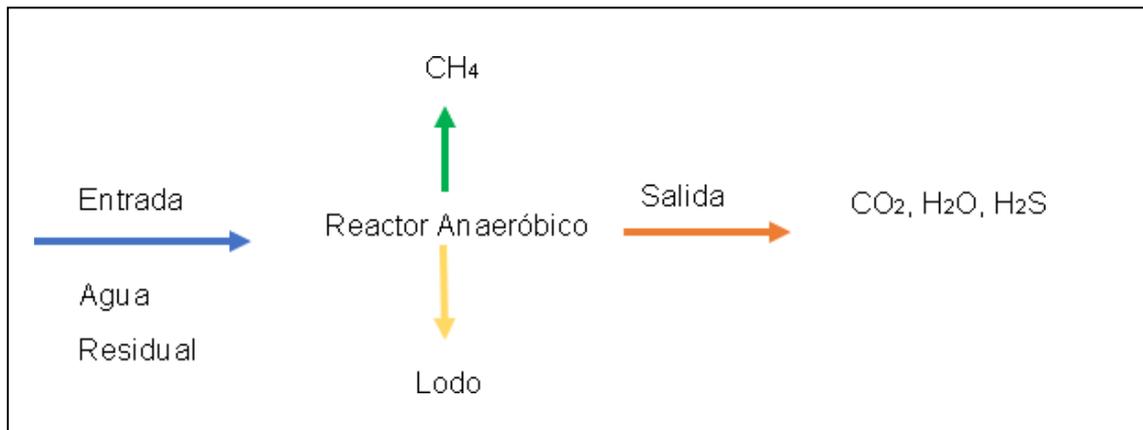
El tanque del reactor tiene una capacidad para 4,080 m³/día y 18,768 Kg DQO/día.

Figura 14. Vista en planta del reactor UASB- Tanque ecualizador- Tanque corrector del pH- Tanque de almacenamiento de lodos anaeróbicos.



Fuente: Backus

Figura 15. Flujograma del Reactor UASB



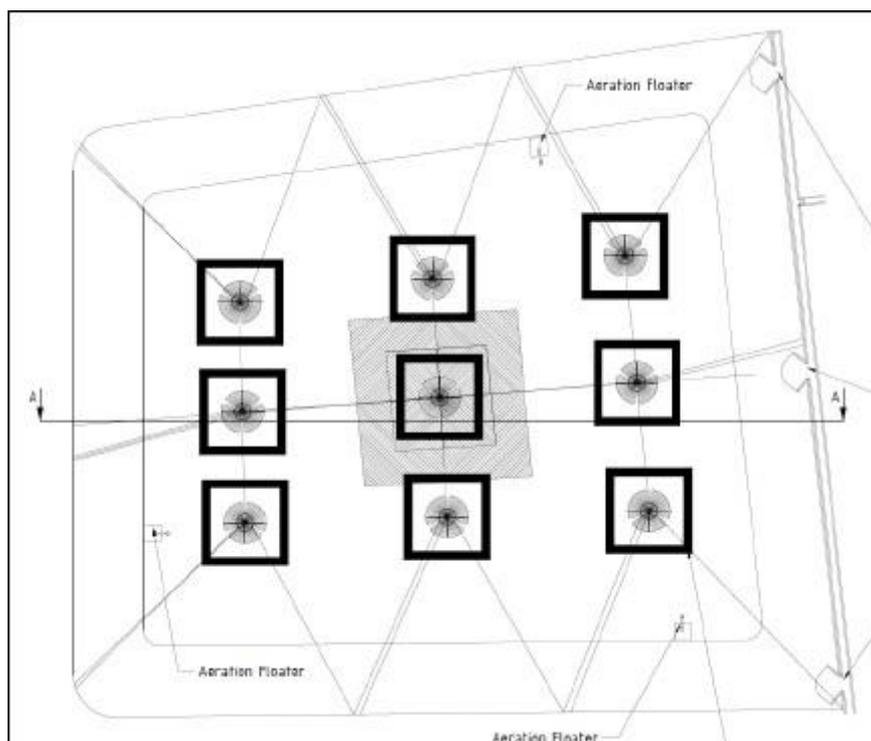
Fuente: Backus

6.1.3. Tratamiento aeróbico

El efluente proveniente del reactor anaeróbico entra a una laguna cubierta de polietileno y una geomembrana de HDPE, en donde el agua es oxigenada por nueve (9) aireadores y luego es enviada a laguna secundaria (1) y terciarias (3) para el secado de lodos.

Este proceso da lugar a la depuración del agua contaminada a su estado natural por medio de microorganismos, en donde la aireación mecánica produce oxígeno que necesitan los organismos para realizar actividades de depuración en donde oxidan (alimentan) la materia orgánica, partículas en suspensión, coagulan los coloides y forman sedimentos; logrando así la clarificación.

Figura 16. Distribución de los Aireadores Superficiales en la Laguna Aeróbica



Fuente: Backus

Figura 17. Laguna Aeróbica



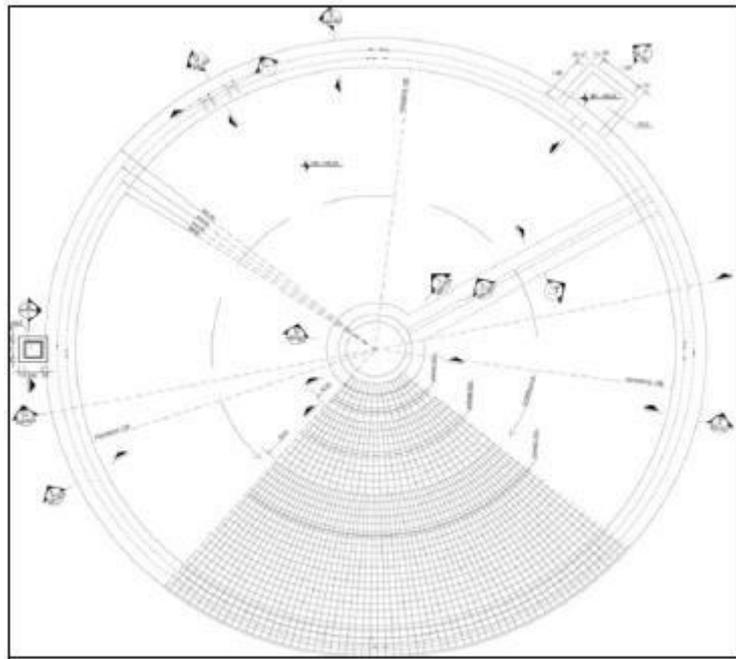
Fuente: Backus

6.1.4. Clarificador Secundario

El agua es conducida posteriormente al clarificador secundario en donde los flóculos se sedimentan por gravedad y luego son recolectados por una rastra móvil y conducidos a una fosa de recirculación de lodos.

Aquí se sedimenta fracciones de lodos de 30-120 cm de grosor.

Figura 18. Clarificador



Fuente: Backus

Figura 19. Canaleta del Clarificador



Fuente: Backus

6.1.5. Clorinador

En esta etapa el agua que ha sido sedimentada se destruye gran parte de los microorganismos y bacterias patógenas por medio de la adición de cloro líquido en el agua. En esta operación el operador debe tomar 4 muestras de agua a la salida del clorinador en el primero turno, para ser analizada el pH, temperatura, DQO, SST (de manera diaria) y DBO (semanal).

Figura 20. Clorinador



Fuente: Backus

Figura 21. Bomba Peristáltica donde se Dosifica el Cloro



Fuente: Backus

6.1.6. Filtros multimedia

Esta es la última etapa del proceso de tratamiento de agua residual, este tipo de filtros busca la remoción de parámetros físicos que tiene el agua, tales como a turbidez, color aparente, olor, sabor, etc. El operador debe verificar que tenga un flujo constante de lo contrario la purga usando un alambre.

VII. RESULTADOS

Para comprobar que el diseño operacional cumpla con la calidad de efluente establecidas por la ley, se hace acompañamiento a una de las tomas de muestras que realizan en un turno uno de los operadores

. *Tabla 4.* Características del Agua Residual antes del Ingreso del Tanque Ecuilizador

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
Ph		8.7 – 12.7
DBO	mg/l	3450
DQO	mg/l	<4600
SST	mg/l	<600

Fuente: Planta Backus

Tabla 5. Característica Después del Tratamiento Anaeróbico- Aeróbico

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
pH		8.0 - 8.2
DBO	mg/l	<12 - 14
DQO	mg/l	<40
SST	mg/l	<35

Fuente: Planta Backus

Tabla 6. Límites Máximos Permisibles en Aguas Residuales Después del Tratamiento

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
pH		6.5 – 8.4
DBO	mg/l	15
DQO	mg/l	40
SST	mg/l	30-50

LMP según Decreto Supremo N° 004 – 2017 -MINAM
Nueva Normativa ECA III – Agua para riego de vegetales y bebida de animales

7.1. Política Ambiental

Figura 22. Política Ambiental



Política de Medio Ambiente AB InBev

Nuestro Sueño es ser la Mejor Compañía Cervecera Uniendo a la Gente por un Mundo Mejor.

Para apoyar este Sueño, trabajaremos arduamente para lograr el nivel más alto de desempeño en el ámbito del Medio Ambiente en toda la compañía. Con el compromiso total y la participación activa de todos los líderes y colaboradores de la compañía alrededor del mundo, AB InBev se compromete a:

- Cumplir con todas las leyes y normas ambientales, los estándares de la compañía y otros requisitos. En aquellas zonas donde las normas ambientales requeridas sean limitadas, aplicaremos nuestros propios estándares más exigentes.
- Producir nuestros productos de la forma más responsable para el Medio Ambiente, manteniendo al mismo tiempo nuestro compromiso con la calidad a través del uso eficiente de los recursos naturales y fijando objetivos de mejora para incrementar nuestro desempeño ambiental.
- Incorporar objetivos ambientales en las evaluaciones de desempeño de todas nuestras operaciones, desde las posiciones gerenciales, hasta todos los niveles de la organización.
- Fomentar la participación de los colaboradores y la responsabilidad individual en las acciones relativas al medio ambiente.
- Integrar los aspectos ambientales en nuestro plan de negocios, en la toma de decisiones y en nuestras actividades diarias.
- Mantener equipos de trabajo calificados y entrenados que garanticen operaciones confiables, seguras y eficientes, y que a la vez promuevan la mejora continua de nuestro desempeño ambiental.
- Incrementar el conocimiento y la concientización de nuestros programas de medio ambiente e involucrar en nuestros esfuerzos a nuestros grupos de interés, incluyendo colaboradores de AB InBev, clientes, proveedores, organizaciones comunitarias, funcionarios gubernamentales, organismos reguladores y otros grupos clave.
- Evaluar, comparar y comunicar continuamente nuestro desempeño ambiental

Todos los colaboradores y proveedores que trabajen con nosotros tienen la responsabilidad de adherirse a esta política.

Ni las metas de producción, ni los objetivos financieros serán excusas para su incumplimiento.

Carlos Brito
CEO, Anheuser-Busch InBev

Fuente: Autor

VIII. CONCLUSIONES

Este tipo de planta genera altas concentraciones de DBO en el agua, por lo que estos valores, así como otros parámetros medibles, son reducidos a los límites máximos permisibles permitidos por la ley antes de ser evacuadas a la red de alcantarillado y/o en los cuerpos de aguas que su curso posteriormente es usado para otras actividades tales como agrícolas de las comunidades aledaña a la planta.

La planta de aguas residuales de la cervecería Backus-Johnston ubicada en el distrito de Motupe cuenta con una infraestructura en óptimas condiciones, como también de personal bien capacitado para el manejo de las aguas residuales; la planta se constituye en cuatro (4) etapas: pre- tratamiento, tratamiento anaeróbico (reactor UASB), tratamiento aeróbico y por último cloración.

El tratamiento anaeróbico ha demostrado ser eficiente para la remoción de gran parte de la materia orgánica y la producción de gas metano que luego es usado en las calderas de la cervecería.

Por medio de la observación en cada una de las etapas que hace parte del diseño de la planta de agua residuales se reconoció la importancia de que los trabajadores estén capacitados sobre los impactos ambientales que ocasiona la cervecería en el área y que hagan parte de los planes de gestión ambiental lo que permite personal altamente calificado y una buena conservación de los recursos naturales.

Según los resultados de análisis realizado a los efluentes, se concluye que el sistema de tratamiento de agua residual de la Cervecería Backus ubicada en Motupe, es eficiente y cumple los límites máximos permisibles de la normativa peruana.

BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Obtenido de <http://backusperu.blogspot.com/2008/09/nuestra-visin-es-ser-la-mejor-empresa.html>
- (s.f.). Obtenido de Backus : <http://backus.pe/nosotros/plantas-y-distribuidoras/plantas/planta-motupe/>
- Proceso de elaboración. Malteado. (s.f.). En A. Tintó García-Moreno, & P. Vijande Majem, *La cerveza artesanal. Como hacer cerveza en casa.* (págs. 90-91).
- (25 de Julio de 2007). Obtenido de El camino hacía una nueva Backus : <http://agenciapress.com>
- AGUASISTEC. *Solución en Tratamiento de agua* . (s.f.). Obtenido de WebMaster: <http://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales.php>
- Arrieta . (1997).
- comercio, E. (2007). Obtenido de “Ajegroup pretende captar el 15% del mercado cervecero en el corto plazo”. 3 de septiembre de
- Cupes Flores, B. E., & Juscamaita Morales, J. G. (2018). Tratamiento de lodos residuales de una industria cervecera a través de fermentación homoláctica para la producción acelerada de abono orgánico. *Ecología aplicada*.
- El malteado. Procesos de malteado. (s.f.). En I. Hornsey, *Elaboración de cerveza. Microbiología, bioquímica y tecnología* (pág. 22).
- Fibras y normas de Colombia S.A.S. (2018). *Blog Fibras y normas de Colombia S.A.S.*
- Obtenido de Términos y Definiciones: <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/definicion-y-caracteristicas-de-las-lagunas-de-oxidacion/>

- Franco Concha, P., Pipioli de Azambuja, G., & Varela García, C. (2009). *EL GOBIERNO CORPORATIVO EN EL PERÚ: Reflexiones académicas sobre su aplicación*. Lima: Universidad del Pacífico .
- Goel, K., Flora, R., & Chen. (2005). *Handbook of Environmental Engineering, Volume 3: Physicochemical Treatment Processes*. Totowa, New Jersey: Humana Press.
- Gordon Masquen , F. (1998). *Ingeniería Sanitaria y de aguas residuales*.
- Hughes, P., & Baxter, E. (s.f.). Capitulo 1. Visión general de los procesos de malteado y la elaboración de cerveza. Malteado. En *Cerveza. Calidad, higiene y características nutricionales* (págs. 1-4).
- IWA & WEF. (2003). *Wastewater treatment plan design* .
- Limón Macías, J. G. (2013). *Los lodos de las plantas de tratamientos de las aguas residuales, ¿Problema o recurso?* Guadalajara, Jalisco .
- Lorenzo , Y., & Obaya , M. C. (2006). *La digestión anaerobia y los reactores UASB, Generalidades*. La Habana, Cuba: Insitutot Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azucar.
- Rodie B., E., & Hardenberg. (1987). *Ingeniería Sanitaria* . México D.F.: Continental S.A.
- Rodríguez, J. A. (s.f.). Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/tratamiento545.pdf>
- Romero Rojas, J. A. (s.f.). *Tratamiento de aguas residuales. Sector cervecero Perú, análisis de riesgo*. (29 de junio de 2007). Obtenido de <http://www.aai.com.pe/files/instituciones_no_financieras/cia_cervecera_del_sur_del_per_cal/cervesur_ca.pdf
- Tintó García-Moreno, A., & Vijande Majem , P. (s.f.). Proceso de elaboración. Malteado. En *La cerveza artesanal. Como hacer cerveza en casa* (págs. 74-75).

ANEXOS

1. Instructivo de operación, control, mantenimiento y limpieza PTAR



1.	CAMARA DESENGRASADORA
2.	CASETA DE BOMBEO
3.	LAGUNA DE INGRESO
4.	LAGUNA FACULTATIVA
5.	LAGUNA SECUNDARIA
6.	LAGUNA TERCIARIA
7.	ESTACION FRANCIA 98
8.	LAGUNA AEROBICA
9.	CLARIFICADOR
10.	CLORINADOR
11.	PISCINA (ESTACION DE FILTRADO)
12.	SUB ESTACION ELECTRICA

CÁMARA DESENGRASADORA

***Operación:**

- Visualizar los residuos sólidos de la cámara desengrasadora (chapas, bolsas). En caso de acumulación realizar la limpieza respectiva.



- Verificar el color de agua que ingresa. Si el color es turbio, y el ingreso del agua supera los 30 minutos de flujo, bajar el nivel de todas las lagunas secundarias y terciarias a un máximo de 1.45 m.

***Mantenimiento:**

- Se limpia canastilla que retiene los sólidos (bolsas, afrecho, chapas y trub), este trabajo se realiza semanalmente o en caso de acumulación de residuos.



- Se realiza mantenimiento semestral a la cámara donde se retiran los lodos con el apoyo de una empresa tercera.

CASETA DE BOMBEO

***Operación:**

- Verificar que las tres bombas estén en automático en prioridad 3.



- Verificar sensores de nivel por electrodo. Realizar la limpieza en caso de suciedad.



- Se prueba la bomba N° 1 y 2 para verificar la cantidad de agua que bombea (30-45 lt/s). Si el caudal es menor a 30 lt/s, proceder con limpieza de canastilla de bomba.
- Verifica el color del agua y sólidos visibles (chapas, bolsas), si existe bastante acumulación de residuos, proceder a limpieza de canastilla de bomba.



***Mantenimiento:**

- Limpieza semanal de la check de la bomba N°3.
- Verificar la conexión eléctrica en la caja de bornes del motor de cada una de las bombas. (diaria), En caso de estar en malas condiciones, programar mantenimiento
- Se da mantenimiento eléctrico al tablero (cambio de cables, terminales, ajuste de borneras).



- Se realiza la medición de aislamiento de cada una de las bombas usando el mego metro (semanal), 150 mega ohmios. En caso de fuera de rango se verifica la parte mecánica interna del motor, extractor bobinado.
- Se realiza mantenimiento a los fluorescentes de dicha zona, según suciedad (diario)

***Control:**

- Se registran una vez por turno las lecturas de horómetros (cantidad de agua que evacua cada bomba según el nivel)



LAGUNA DE INGRESO

***Operación:**

- Toma de muestras de 200 ml de agua cada hora, para análisis químico



***Mantenimiento:**

- Retiro de lodos que se juntan en las esquinas de la laguna de ingreso, según acumulación. Luego es llevado a la cancha de lodos



- Se limpia la maleza que se acumula en la laguna de ingreso. Luego es llevado a la cancha de lodos



***Control:**

- Medición de pH, conductividad, temperatura, DQO, SST, SSD, según frecuencia de análisis (Min. 1 vez por turno)



LAGUNA FACULTATIVA

*Operación:

- Mide el nivel de altura de agua de la laguna facultativa 1.(Min 1.68m, Max. 1.98m).
En caso de ser superior a 1.98m prender inmediatamente la bomba N°06 de facultativa.
Y de ser menor a 1.68m apagar la bomba. (1 vez por turno)



- Verifica los sólidos flotantes y el color de agua. En caso de acumulación retirarlos usando el colador y depositarlos en la misma laguna.



- Verificar el funcionamiento de bomba. En caso de mal funcionamiento programa mantenimiento. (según uso).

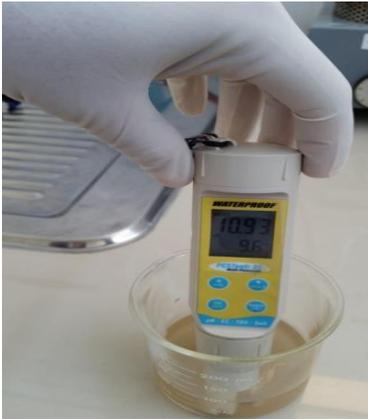


***Control:**

- Toma una muestra de 300 ml de agua en laguna facultativa 2 (diario)



- Mide el pH, temperatura (diario)



- Medir DBO5, DQO, en el cual se recoge una muestra (semanal).

***Mantenimiento:**

- Se limpia la check de dicha bomba (mensual) o según lo requiera.
- Se realiza la medición de aislamiento de cada una de las bombas usando el mego metro (semanal), 150 mega ohmios. En caso de fuera de rango se verifica la parte mecánica interna del motor, extractor bobinado.



LAGUNA SECUNDARIAS

***Operación:**

- Verifica el nivel de agua. Min 1.25m, Max 1.55m (1 vez por turno). En caso de exceso de agua, abrir compuerta de sifón de secundaria 2. En caso de ser menor a 1.25m, prender la bomba N°6 facultativa.



- Verifica el color del agua, para determinar la cantidad de algas presentes, en caso de exceso se limpia.



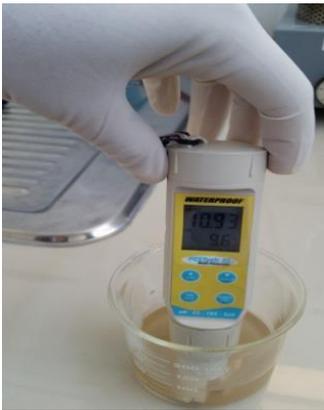
- Verificar los residuos sólidos, en caso de acumulación retirarlos.

***Control:**

- Toma de muestra de agua de 300 ml por laguna (diario)



- Mide pH, temperatura, de ambas muestras (diario)



- Mide DBO5, DQO (semanal)

***Mantenimiento:**

- Se deshierba la maleza que se acumula en dicha laguna.



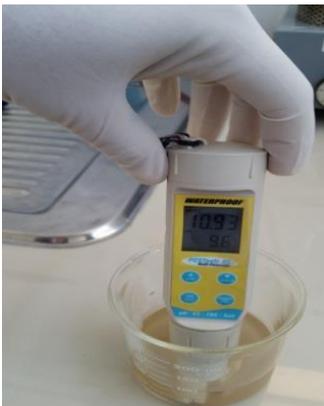
LAGUNAS TERCIARIAS

***Operación:**

- Medir el nivel de agua. Min 1.19m, Max 1.65m (lagunas A, B, C) Min. 0.19m, Max 0.65m (laguna D). En caso de ser superior, cerrar válvula de ingreso de agua.
- Toma de muestra para medir el oxígeno disuelto, pH, temperatura, DQO (diario)



- Medir DBO5 (Semanal)



***Control:**

- Registrar datos en plantilla de Excel diario.

***Mantenimiento:**

- Se deshierba la maleza que crece alrededor de cada laguna.



- Se limpia la canaleta de llenado de cada una de las lagunas terciarias (mensual).

ESTACIÓN FRANCIA 98

***Operación:**

- Verificar los sensores de nivel. Limpiar en caso de suciedad. (Semanal)



- Verificar que la bomba esté en automático.



- Verificar que la válvula que va hacia la descarga de la laguna aeróbica, siempre este abierta.



***Mantenimiento:**

- Se realiza la medición de aislamiento de cada una de las bombas usando el megometro (semanal), 150 mega ohmios. En caso de fuera de rango se verifica la parte mecánica interna del motor, extractor bobinado.
- Verificar el tablero de control (ajuste de borneras, selector, contactor), con frecuencia mensual.



LAGUNA AERÓBICA

***Operación:**

- Verificar que los aireadores están funcionando correctamente (diario), en caso de mal funcionamiento realizar el reseteo de los 9 aireadores, en PLC.



- Verificar sensores que controlan el oxígeno realicen el arranque y parada de los aireadores según el proceso.



- Verificar las compuertas de agua de salida de la aeróbica hacia la estación de bombeo, se tenga un flujo constante; caso contrario regular flujo.



- Verifica los templadores de acero de cada aireador, que esten en buenas condiciones.
-

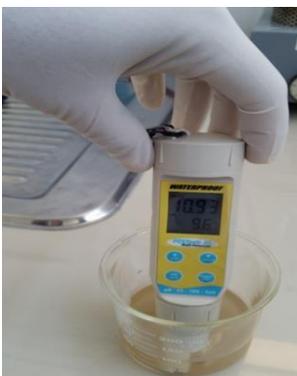


***Control:**

- Toma de muestra en un compósito de 300 ml. (diario)



- Mide el pH y temperatura de la muestra. (diario)



***Mantenimiento:**

- Realizar la limpieza de las compuertas y las canaletas de envío de agua hacia la estación de bombeo. (mensual)



- Se lubrica la apertura de cada una de las compuertas (mensual).

- Se retira el lodo muerto que se acumula con frecuencia en cada una de las compuertas, semanal.



- Realizar limpieza de bomba 1 y 2 de caseta de bombeo de laguna aeróbica. (Mensual).

CLARIFICADOR

***Operación:**

- Verificar que los grumos del agua de rebose de las canaletas estén según operación estándar (sin turbidez). En caso de turbidez, realizar limpieza.
- Verificar que la rastra esté funcionando. En caso de mal funcionamiento, resetear en PLC.

***Control:**

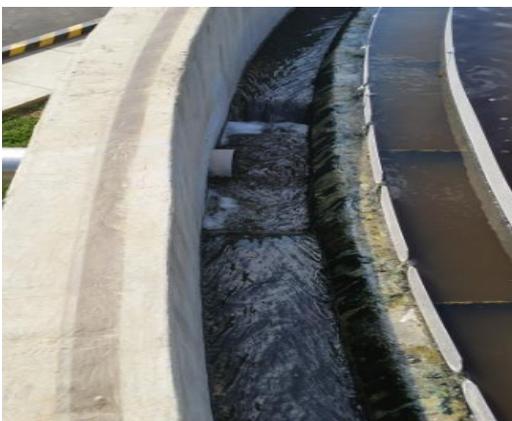
- Verificar el nivel de agua del clarificador. En caso de no rebose de agua, verificar que las compuertas de la aeróbica estén abiertas.



- Controlar las impurezas que son arrastradas por la rastra. (quincenal)

***Mantenimiento:**

- Limpiar semanalmente la canaleta del clarificador.



- Limpiar trimestralmente la base del clarificador, colocando una bomba sumergible grindex para evacuar los lodos resultantes de la limpieza.

CLORINADOR***Operación**

- Verificar que los grumos del agua de flujo laminar de las canaletas estén según operación estándar. (Sin turbulencia). En caso contrario, controlar el flujo en el sistema PLC.



- Verificar que el sensor por ultrasonido registre en el sistema scada el flujo de agua en la salida del clorinador.



- Verificar la dosificación de cloro a través de la bomba peristáltica. En caso de bajo nivel del cloro, preparar.



***Control:**

- Tomar cuatro veces en el primer turno, muestras de agua a la salida del cloninador. Para análisis de PH, temperatura, DQO, SST (diario), DBO5 (semanal)



***Mantenimiento:**

- Limpiar trimestralmente el clorinador, colocando la bomba grindex para evacuar los lodos como resultado de la limpieza..

PISCINA (ESTACION DE FILTRADO)

*Operación:

- Verificar la purga de la bomba de la estación de filtrado, que el agua de la purga tenga un flujo constante. En caso de no flujo, desatorar la purga usando un alambre.
- Controlar el flujo volumétrico de agua de la salida por medio de las válvulas manuales (tercera parte abierta)

*Control:

- Tomar cuatro veces en el primer turno, muestra de agua tratada final (afluente). Para análisis de DQO, SST, turbidez, PH, temperatura (diario) y DBO5, aceites y grasas (semanal).



- Anotar lecturas de horometro.



*Mantenimiento:

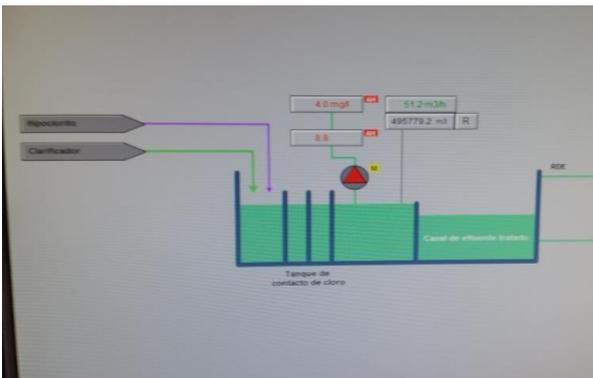
- Limpieza semanal de la piscina utilizando cloro para remover la suciedad que se acumula en el interior de sus paredes.



SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA

*Operación:

- Verificar en el sistema Scada el flujo volumétrico del clorinador (70 m³/h)



- Controlar la recirculación de lodos del clarificador hacia la laguna aeróbica a través de la válvula de control automático.



- Verificar que el compresor de aire esté operativo.



- Anotar el consumo de energía eléctrica (kw/h).
- Se verifica energía en los tableros eléctricos.
- Se verifica variadores de frecuencia de los aireadores que se encuentran en automático y funcionando.

***Control:**

- Verificar en la pantalla del sistema Scada que los dos compresores estén en automático.
- Verificar la presión de aire en el manómetro (100 PSI).

***Mantenimiento:**

- Limpieza del filtro del compresor.
- Limpieza de la válvula de purga del compresor.
- Se revisa el nivel de aceite del compresor.

2. Frecuencias de análisis en PTAR

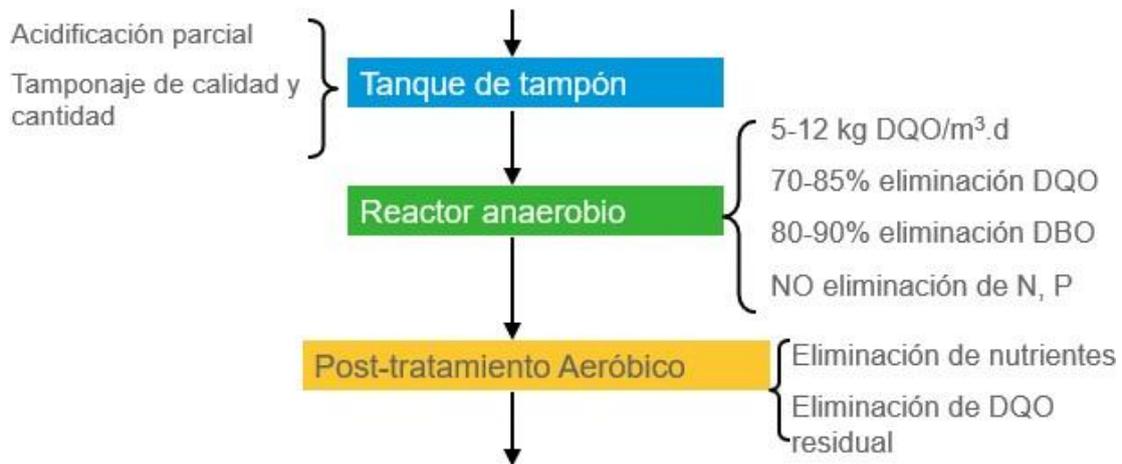
FRECUENCIAS DE ANÁLISIS EN PTAR

- 1.- CADA DOS HORAS SE TOMARÁN MUESTRAS DE AGUA DE INGRESO A LAGUNA (250 ML/MUESTRA), SE REALIZARÁ UN COMPOSITO DE 3 LITROS QUE SE ANALIZARÁ EN EL TERCER TURNO.
- 2.- SE SEGUIRÁ CON EL ANÁLISIS HORARIO DE SOLIDOS SEDIMENTABLES EN TODOS LOS TURNOS, REGISTRANDO SUS FOTOS Y VALORES EN EL EXCEL.
- 2.- SE SEGUIRÁ CON EL ANÁLISIS CADA DOS HORAS DE pH EN TODOS LOS TURNOS REGISTRANDO VALORES EN EL EXCEL.

	PRIMER TURNO	SEGUNDO TURNO	TERCER TURNO
DIARIOS	UASB (pH, T°, DBO5, DQO filtrado, SSD (1min), SSD (1 hora))	EFLUENTE (pH, T°, DQO, DBO5, SSD, SST, Nitrógeno Total, Fósforo Total, aceites y Grasas)	AFLUENTE (pH, T°, DQO, DBO5, SSD, SST, Nitrógeno Total, Fósforo Total, aceites y Grasas)
	AERÓBICA (pH, T°, DQO filtrado, DBO5, SSD)	CRIBA (SSD DE INGRESO Y SALIDA)	ECUALIZADOR (DQO FILTRADO Y SSD)
CADA TURNO	ECUALIZADOR (DQO, SST, pH, T°)	ECUALIZADOR (DQO, SST, pH, T°)	ECUALIZADOR (DQO, SST, pH, T°)
	CORRECTOR DE PH (AGV, pH, Alcalinidad)	CORRECTOR DE PH (AGV, pH, Alcalinidad)	CORRECTOR DE PH (AGV, pH, Alcalinidad)
	SALIDA UASB (AGV y Alcalinidad)	SALIDA UASB (AGV y Alcalinidad)	SALIDA UASB (AGV y Alcalinidad)

Remoción de contaminantes

Configuración típica del proceso



- **Pre-tratamiento**
 - Quita los sólidos orgánicos suspendidos recalcitantes para prevenir la acidificación/sólidos acumulados en el reactor
 - orgánicos: papel, grasas, ...
 - inorgánicos: kiezelguhr, plasticos, arena, ...

- **Tanque tampón (ecualización)**
 - parcial acidificación
 - Condicionamiento en función de la calidad y cantidad

- **Corrección/efluente tanque**
 - Corrección tanque: pH, adición nutrientes
 - tanque efluente : Recirculación parcial del efluente al UASB para garantizar la velocidad ascendente y la alcalinidad (tamponaje de pH)

