



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“CONTROL DE LOS PROCESOS DE CLARIFICACIÓN Y TRATAMIENTO BIOLÓGICO EN LA INDUSTRIA DEL PAPEL TISSUE”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Industrial

Autor:

Br. Genovés Céspedes Panduro

Asesor:

Ing. Rembrandt Ubalde Enríquez

Lima – Perú

2016

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el Bachiller **Genovés Céspedes Panduro**, denominada:

“CONTROL DE LOS PROCESOS DE CLARIFICACIÓN Y TRATAMIENTO BIOLÓGICO EN LA INDUSTRIA DEL PAPEL TISSUE”

Ing. Rembrandt Ubalde Enríquez
ASESOR

Ing. Jose Huapaya Barrientos
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Juan Carlos Durand Porras
JURADO

Ing. Alejandro Vildoso Flores
JURADO

DEDICATORIA

A Dios por brindarme paz, tranquilidad y bienestar.
A mi esposa e hijos por su amor y apoyo incondicional;
Por ser partícipes del logro y metas trazadas. Sacrificando
Valiosas horas de ausencia en desmedro de mi familia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme y darme fuerzas para seguir cumpliendo mis metas; así como a cada una de las personas que me brindaron su ayuda incondicional durante mi formación, desarrollo y crecimiento profesional; que con sus consejos y conocimientos me motivan a seguir adelante y creyendo en mí.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	12
1.1 Antecedentes	13
1.2 Justificación.....	14
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	15
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	15
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO	16
2.1 La asociación técnica de la industria del papel y la pulpa (TAPPI).	16
2.2 El papel tissue	16
2.2.1 <i>Características técnicas.</i>	16
2.2.2 <i>Aplicaciones.</i>	17
2.3 El proceso de fabricación del papel tissue.....	17
2.3.1 <i>Disgregación.</i>	18
2.3.2 <i>Depuración de la pasta.</i>	19
2.3.3 <i>Blanqueo y mejora de la pasta.</i>	19
2.3.4 <i>Dispersión.</i>	19
2.3.5 <i>Refinación.</i>	20
2.3.6 <i>Formación de la hoja.</i>	20
2.3.7 <i>Prensado y Secado.</i>	21
2.4 Indicadores de producción en el papel tissue.....	22
2.4.1 <i>Eficiencia en el Proceso de Fabricación.</i>	22
2.4.2 <i>Pérdida de Fibras en los Efluentes.</i>	23
2.4.3 <i>Retención de Finos.</i>	24
2.5 Proceso de clarificación del agua.	24
2.5.1 <i>Clarificación Primaria del Agua.</i>	25
2.5.2 <i>Clarificación por Flotación por Aire Disuelto (DAF).</i>	26
2.5.3 <i>Reutilización del agua.</i>	29
2.6 Proceso del tratamiento biológico del agua.....	32
2.6.1 <i>Clarificación secundaria del agua</i>	32
2.6.2 <i>Reactores biológicos aerobios.</i>	33
2.7 Definición de términos básicos.	35

CAPÍTULO 3	DESARROLLO.....	39
3.1	La empresa.....	39
3.1.1	<i>Historia.....</i>	39
3.1.2	<i>Productos Ofrecidos.....</i>	40
3.1.3	<i>Ubicación Geográfica.....</i>	40
3.2	Organización.....	41
3.2.1	<i>Organigrama de la empresa.....</i>	42
3.3	Detalle del problema encontrado en la clarificación primaria y el tratamiento biológico.	44
3.3.1	<i>Flujograma del proceso de agua en una máquina de papel tissue.....</i>	45
3.3.2	<i>Diagrama del proceso de clarificación por flotación con aire disuelto (DAF).....</i>	47
3.3.3	<i>Descripción del proceso de clarificación por flotación con aire disuelto (DAF). ..</i>	50
3.3.4.	<i>Diagrama del proceso de tratamiento biológico.....</i>	51
3.3.5	<i>Descripción del proceso de tratamiento biológico.....</i>	53
3.4	Actividades realizadas.....	55
3.4.1.	<i>Planteamiento del problema en base a la herramienta de ISHIKAWA:.....</i>	55
3.4.2	<i>Mejora planteada del análisis de Ishikawa.....</i>	58
3.4.3	<i>Medición y Control de los ppm en el agua clarificada.....</i>	58
3.4.4	<i>Tabla consolidada del control de la clarificación primaria.....</i>	60
3.4.5	<i>Control en el tratamiento secundario.....</i>	61
3.4.6	<i>Análisis de la demanda química de oxígeno (DQO).....</i>	63
3.4.7	<i>Análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).....</i>	64
3.4.8	<i>Relación entre DQO y DBO.....</i>	65
3.4.9	<i>Tabla consolidada del control del tratamiento biológico.....</i>	66
3.4.10	<i>Control de los microorganismos en la planta de tratamiento biológico.....</i>	67
CAPÍTULO 4	RESULTADOS.....	69
4.1	Gráficos de control de ppm de la clarificación primaria.....	69
4.2	Controles en la planta de tratamiento biológico.....	70
4.3	Gráficos de control del tratamiento biológico DQO.....	73
4.3.1	<i>Gráficos de control del DQO.....</i>	74
4.3.2	<i>Gráficos de control del DBO₅ indirecto.....</i>	75
4.3.3	<i>Ensayos realizados por Control de Calidad y laboratorio externo.....</i>	76
CAPÍTULO 5	DISCUSIÓN.....	77
CONCLUSIONES.....		79
RECOMENDACIONES.....		80
REFERENCIAS.....		81
ANEXOS.....		82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 2-1. Principales Usos del Agua en la Industria del Papel Tissue.	30
Tabla n.º 2-2. Contaminación del Agua según la Materia Prima Fibrosa Usada.....	31
Tabla n.º 3-1. Parámetros de Operación en el Reactor Biológico.	54
Tabla n.º 3-2. Control de la Clarificación primaria.....	60
Tabla n.º 3-3. Formato de Control de la Planta de Tratamiento Biológico.	62
Tabla n.º 3-4. Consolidado del mes de octubre de la planta de Tratamiento Biológico.	66
Tabla n.º 3-5. Tabla de observación de microorganismos en el reactor biológico.	68
Tabla n.º 4-1. Costo de la Clarificación Primaria por químicos antes de la mejora.....	70
Tabla n.º 4-2. Costo de la Clarificación Primaria por químicos después de la mejora.	70
Tabla n.º 5-1. Resumen de resultados.....	77
Tabla n.º 5-2. Ahorros por químicos en la Clarificación Primaria.	78
Tabla n.º 5-3. Montos en nuevos soles que se pagarían por incumplir la norma legal.	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 2-1. Usos del Papel Tissue.....	17
Figura n.º 2-2. Clasificación de Papel Reciclado.	18
Figura n.º 2-3. Pulper.	19
Figura n.º 2-4. Dispersor	20
Figura n.º 2-5. Refinador.	20
Figura n.º 2-6. Bobina de Papel.	21
Figura n.º 2-7. Proceso de Fabricación del Papel Tissue.	22
Figura n.º 2-8. Partículas Coaguladas.	27
Figura n.º 2-9. Partículas Floculadas.	28
Figura n.º 2-10. Obtención del agua clarificada.	28
Figura n.º 2-11. Equipo Deltafloat.	29
Figura n.º 2-12. Reactor Biológico.	33
Figura n.º 2-13. Reactor de Lodos Activados de 3000 m3.	34
Figura n.º 2-14. Transformación Biológica de la Materia Orgánica.	34
Figura n.º 2-15. Microorganismos.	35
Figura n.º 3-1. Productos Fabricados.	40
Figura n.º 3-2. Ubicación Geográfica de Productos Tissue del Perú.....	41
Figura n.º 3-3. Organigrama de Productos Tissue del Perú.	42
Figura n.º 3-4. Flujograma del Proceso de Agua en una Maquina Papelera.	45
Figura n.º 3-5. Planta de Clarificación de Agua Primaria y Tratamiento Biológico.	46
Figura n.º 3-6. Diagrama del Proceso de Clarificación por Flotación.	48
Figura n.º 3-7. Vista General de la Planta de Clarificación Primaria.	49
Figura n.º 3-8. Vista del Deltafloat en operación.....	49
Figura n.º 3-9. Diagrama de Clarificación Primaria y Tratamiento Biológico.	52
Figura n.º 3-10. Pantalla de Operación de dosificación de los Químicos.	54
Figura n.º 3-11. Equipo medidor de Oxigeno del tanque reactor.....	55
Figura n.º 3-12. Diagrama de Ishikawa.	56
Figura n.º 3-13. Plan de acción resultante del Ishikawa.	57
Figura n.º 3-14. Determinación de los ppm.....	59
Figura n.º 3-15. Valores Máximos Admisibles en las aguas residuales.	61
Figura n.º 3-16. Pasos a seguir para analizar el DQO.....	63
Figura n.º 3-17. Lectura del DQO en el Colorímetro HACH DR 2700.	64
Figura n.º 3-18. Conteo de bacterias en el Microscopio.	67
Figura n.º 3-19. Bacterias observadas en el Microscopio.....	67
Figura n.º 4-1. Gráfico del Control de ppm antes de la mejora en la Clarificación Primaria.	69
Figura n.º 4-2. Gráfico del Control de ppm después de la mejora en la Clarificación Primaria.....	69
Figura n.º 4-3. Rangos para el cálculo de pago de multas por exceso en los parámetros.	71

Figura n.º 4-4. Resumen de los rangos para el pago de multas.....	71
Figura n.º 4-5. Carta de notificación de Sedapal por no cumplir con los Parámetros.	72
Figura n.º 4-6. Análisis realizado por SGS validando los Valores Máximos Admisibles.	73
Figura n.º 4-7. Gráfico del Control de DQO antes de la mejora.	74
Figura n.º 4-8. Gráfico del Control de DQO después de la mejora.....	74
Figura n.º 4-9. Gráfico del control de DBO5 antes de la mejora.....	75
Figura n.º 4-10. Gráfico del Control del DBO5 después de la mejora.	75

RESUMEN

El presente trabajo titulado **CONTROL DE LOS PROCESOS DE CLARIFICACIÓN Y TRATAMIENTO BIOLÓGICO EN LA INDUSTRIA DEL PAPEL TISSUE**; trata en su desarrollo sobre el proceso de Clarificación del agua que se utiliza en los diversos procesos; con el fin de reutilizarla en el sistema; así como también el porqué de su tratamiento y algunos inconvenientes que pueden surgir en la reutilización de las aguas industriales.

Este tratamiento del efluente se da exclusivamente porque el agua es uno de los principales insumos que se utilizan en mayor cantidad además de ser un recurso no renovable; con la reutilización se disminuyen costos de producción. Por ello, debido a la importancia que tiene el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales en el sector industrial se realizará un estudio al respecto con el objetivo de optimizar su uso. También se podrá encontrar información sobre el Control del Tratamiento Biológico de tal manera que en beneficio de cuidar el Medio Ambiente tratamos el agua residual antes de verter el efluente final a la red de alcantarillado. Al realizar este tratamiento con lodos activados implica la instalación de equipos y microorganismos, que hacen la digestión de los residuos orgánicos presentes en el agua y estamos cuidando nuestro planeta porque contaminando cada vez menos.

Se busca cumplir con la norma legal y no salirnos fuera de los Valores Máximos Admisibles; para no tener trámites engorrosos por multas o cierres temporales de planta por incumplimientos.

Con la mejora realizada se puso en marcha un control de los procesos; para mantener en norma las diversas variables que afectan el sistema y además una correcta dosificación de los productos químicos que en la medida que se consuma lo justo y necesario representará un ahorro importante para la compañía.

ABSTRACT

The present work entitled CONTROL OF CLARIFICATION PROCESSES AND BIOLOGICAL TREATMENT IN THE TISSUE PAPER INDUSTRY; Deals in its development with the water clarification process used in the various processes; In order to reuse it in the system; As well as the reason for its treatment and some inconveniences that may arise in the reuse of industrial waters.

This effluent treatment is given exclusively because water is one of the main inputs that are used in greater quantity besides being a non-renewable resource; With re-use, production costs are reduced. Due to the importance of the treatment and reuse of wastewater in the industrial sector, a study will be carried out in order to optimize its use. Information on Biological Treatment Control can also be found in such a way that in order to take care of the Environment, we treat the waste water before pouring the final effluent into the sewage system. When doing this treatment with activated sludge implies the installation of equipment and microorganisms, that make the digestion of the organic residues present in the water and we are taking care of our planet because contaminating less and less.

We seek to comply with the legal norm and not leave outside the Maximum Admissible Values; So as not to have cumbersome procedures for fines or temporary closures of plant for breaches.

With the improvement made, a process control was implemented; To maintain in standard the diverse variables that affect the system and also a correct dosage of the chemical products that in the measure that consumes the fair and necessary will represent a significant saving for the company.

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolló en la empresa **Productos Tissue del Perú S.A.** fue fundada en el año 1995; en el ramo de la industria del papel y forma parte de Empresas CMPC S.A. (Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones), con sede principal en Chile que cuenta con una experiencia de 90 años. Teniendo actualmente filiales en Argentina, Brasil, Uruguay, Chile, México, Colombia, Ecuador y Perú. La empresa se inició importando el papel base y transformándolo en rollos; luego, ante la aceptación del cliente y aumento de las ventas se instaló la primera máquina papelera; en la actualidad cuenta con 03 máquinas y próximo a inaugurar una nueva cede en Cañete.

Las tres cuartas partes de la superficie de la tierra están cubiertas de agua. El agua es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos.

El 59% del consumo total de agua se destina a uso Industrial, el 30% a consumo agrícola y un 11% a gasto doméstico. El sector industrial no sólo es el que más gasta, también es el que más contamina. Es así que un 70% de los residuos que se generan en las fábricas se vierten al agua sin ningún tipo de tratamiento previo, contaminando así los recursos hídricos disponibles.

La Fabricación del Papel Tissue es una industria en la que en su elaboración; se consume enormes cantidades de agua y ante la imperiosa necesidad que sean empresas competitivas las obliga a ser eficientes en sus procesos que demanden ahorros importantes en un mercado globalizado y competitivo; optimizando el uso del agua en sus procesos, ya que por el volumen usado representa un considerable costo de producción. Por ello, el agua de los procesos se reutiliza tratándola inicialmente en una clarificación primaria por el método de Flotación y en una posterior etapa de clarificación secundaria con un Tratamiento Biológico.

La falta de control en la Planta de Tratamiento Biológico generaba valores altos de DBO₅ y DQO, ocasionando contaminación en la red de alcantarillado, entre otros las principales causas del problema era la presencia de material orgánico en el agua.

Finalmente la empresa en ocasiones no cumplía con la normatividad vigente respecto a los estándares de calidad ambiental; exponiéndose a sanciones económicas o cierres temporales de la planta; debido a este problema se implementa el Control de los Procesos de Clarificación y Tratamiento Biológico en la Industria del Papel Tissue; reduciendo el índice de contaminación ambiental.

Son pocas las empresas que han implementado el tratamiento biológico de aguas residuales en sus plantas, por lo que el presente trabajo de investigación es un aporte para futuras consultas de trabajos similares de investigación, con el valor agregado de ser un caso implementado en nuestro país en lo referente a la industria del papel.

1.1 Antecedentes

El agua es un derecho como una responsabilidad, y tiene valor económico, social y ambiental. Las personas y empresas, han de tomado conciencia de que el agua es un recurso natural, cada vez más escaso; necesario no sólo para el desarrollo económico, sino imprescindible como soporte de cualquier forma de vida en la naturaleza.

El adecuado tratamiento de aguas industriales y su posterior reutilización para múltiples usos contribuye a un consumo sostenible del agua y a la regeneración ambiental ya que se usaría menos agua fresca en los procesos.

Ante la realidad que se vive actualmente por el uso y consumo del agua a nivel mundial; en la empresa Productos Tissue del Perú S. A. se realiza el tratamiento del agua residual clarificándola por flotación y su reutilización en la fabricación de papel Tissue en una primera etapa; y un posterior tratamiento biológico para verter los efluentes a la red de alcantarillado cumpliendo con las normas legales.

Mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú.

Según un estudio realizado entre los años 1996 y 2011, (Autoridad Nacional del Agua, 2014), la cobertura del tratamiento de aguas residuales en el Perú ha ido en incremento desde un 11.1% hasta un 32%, lo que significa un lento avance en niveles de cobertura. Asimismo se tiene que de los 786 MMC (millones de metros cúbicos), solo 275 MMC se ingresa a un ciclo de tratamiento que permita su reuso, quedando 511 MMC sin tratar. En este estudio también se muestra el dato que el 66% de las aguas residuales que reciben tratamiento se reutilizan para actividades de riego agrícola.

El impacto socio-económico del vertimiento de aguas residuales genera un costo anual asociado al incremento de la tasa de enfermedades causadas por la contaminación del agua con sustancias tóxicas y cancerígenas. Es así que el esfuerzo que realicen las empresas por evitar verter a los afluentes públicos las aguas residuales generadas por sus industrias, redundará en beneficios como:

- Recuperación del medioambiente acuático.
- Reducción de sobrecostos económicos por los impactos en la salud de las personas.
- Recuperación de cuerpos de agua para su aprovechamiento turístico.
- Reducción de costos para tratamiento y potabilización.

Son razones que justifican plenamente las inversiones que deban realizarse para lograr cada vez más una recuperación de aguas antes de verterlas al alcantarillado público, que es a lo que apunta este proyecto. (Autoridad Nacional del Agua, 2014)

Aplicación de agua en la industria del papel.

Otra experiencia es la implementada por la fábrica de celulosa ENSA (España) en donde el agua constituye el principal insumo para la dispersión y transporte de la materia prima fibrosas incluyendo los aditivos desde la etapa del pulpeo hasta la formación de la pasta. También se utiliza como medio para el intercambio de calor durante el proceso (Salomé, 2000).

Los consumos de agua están en los siguientes niveles:

- Cartón : 3 - 87 m³/Ton
- Papel periódico :10 - 15 m³/Ton
- Papel Tissue : 15 - 20 m³/Ton

Es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos para lograr un buen diseño para el tratamiento de aguas residuales:

- Estudio detallado del efluente.
- Eficaz pre clarificación.
- Selección de la biomasa óptima.
- Formación de una población biomasa capaz de descomponer los compuestos biodegradables.
- Controlar eficazmente la edad del fango.
- Eficaz y flexible deshidratación del fango.

1.2 Justificación

Un adecuado control del tratamiento de las aguas industriales y su posterior reutilización para múltiples usos en la Fabricación del Papel Tissue contribuye a un consumo responsable y sostenible del agua; optimizando el uso de un recurso no renovable como es el agua.

Así mismo las aguas residuales que se vierten a la red de alcantarillado presentan niveles altos de contaminación, incumpliendo los estándares de calidad ambientales con respecto a DBO₅ y DQO.

En el año 2015 venció el plazo que la empresa SEDAPAL dio como fecha límite para cumplir con las normas legales; ante esta posibilidad se implementa el Control de los procesos de Clarificación y Tratamiento Biológico en las aguas residuales; consiguiendo mejorar la emisión de efluentes; reduciendo la contaminación al medio ambiente, como un efecto directo. Así mismo se evita sanciones económicas por excesos en los niveles de contaminación del efluente; teniéndose ahorros considerables ante la posibilidad del cierre de la planta y optimización de productos químicos en la Clarificación primaria.

1.2.1 Objetivo General

Controlar los Procesos de Clarificación y Tratamiento Biológico del agua residual para su posterior reutilización en la Industria del Papel Tissue.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Mantener controladas las variables en el Proceso del Tratamiento Biológico, para cumplir con los Valores Máximos Admisibles; en la evacuación de los efluentes vertidos a la red de alcantarillado.
- Optimizar la dosificación de los químicos para mejorar la Clarificación y reutilización del agua residual.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 La asociación técnica de la industria del papel y la pulpa (TAPPI).

Es La Asociación Técnica de la Industria del Papel y la Pulpa (TAPPI) es una organización sin fines de lucro, que está conformada en torno a una comunidad de miles de ingenieros, gerentes, científicos, académicos, proveedores y otras personas de todo el mundo.

Fundada en 1915, cubre no solo las industrias mundiales de la pulpa y el papel, sino del embalaje y la conversión. A través del intercambio de información, la oferta de contenido confiable y oportunidades de relacionamiento, esta asociación genera para sus miembros una mejor forma de hacer negocios. Tappi es la asociación de papeleros en el mundo que se encarga de dictar las normas y métodos con las cuales se rige la industria del papel para realizar los diferentes ensayos. El objetivo es que todas las compañías que se dediquen al rubro de la Fabricación del Papel y Cartón utilicen los mismos parámetros de medición.

2.2 El papel tissue.

El papel es un tejido formado por fibras vegetales unidas uniformemente entrelazadas entre sí; formando químicamente puentes de hidrógeno. La aparición del papel data del año 104 A.C. en China, atribuido a Ts'ai Lun, quien lo fabricó en base a plantas como el cáñamo y otras. También hay versiones de su origen en Egipto por el año 4000 A.C. donde habría sido elaborado a partir de la planta cyperus papyrus (Turrado, 1999).

El Papel Tissue es un papel suave y absorbente para uso doméstico y sanitario, que se caracteriza por ser de bajo peso y crepado, es decir, con toda su superficie cubierta de micro arrugas, las que le confieren elasticidad, absorción y suavidad.

El crepado aumenta la superficie específica del papel y abre las fibras, permitiendo mayor capacidad de absorción y mayor flexibilidad que las de una hoja de papel corriente. "La amplitud de la forma del crepado es determinante para el desempeño de este tipo de papel" (Area, 2008)

2.2.1 Características técnicas.

Según el uso al que vaya dirigido, necesita unas características técnicas específicas. Para ello se miden las cualidades del papel. Las más comunes son:

- Peso - Gramaje: peso en gramos por unidad de superficie (gr/m^2).
- Resistencias: resistencia que ofrece el papel frente a la aplicación de una fuerza, se da tanto longitudinal como transversal.
- Blancura: grado de blancura que tiene la hoja y es perceptible por el ojo humano.

- Resistencia en húmedo: diferencia en mm de una muestra seca y la misma muestra una vez aplicado un chorro de agua.

2.2.2 Aplicaciones.

Los papeles Tissue son fabricados a base de fibra virgen o papel reciclado o una mezcla de ambos, y se utilizan en productos de higiene personal (papel higiénico, pañales, pañuelos.), en el ámbito doméstico (toallas y servilletas) y como material sanitario.

Figura n.º 2-1. Usos del Papel Tissue.



Fuente: Protisa

2.3 El proceso de fabricación del papel tissue.

Para la Fabricación del Papel Tissue se tiene como materia prima principal a la celulosa y las fibras recicladas que son aquellos papeles fabricados anteriormente y que después de usarlos son reciclados para volver a reutilizarlos como material reciclado (Smook, 1990).

La Celulosa.- Es la materia prima básica para la fabricación del papel, se obtiene por extracción en forma de pulpa fibrosa por el tratamiento químico y mecánico de algunas de las muchas sustancias vegetales que la poseen. La celulosa pertenece a la familia de los compuestos carbohidratados; su composición es la siguiente: contiene 44,4 % C; 6,2 % H; y 49,4 % O₂ (Smook, 1990)

Se conoce dos tipos de fibras de celulosa y son:

Fibras Cortas: Corresponden a árboles de madera dura, como el eucalipto y algunas especies de frondosas (abedul, chopo, arce o haya), y su longitud está comprendida entre los 0,75 y los 2 mm de largo, conteniendo además un porcentaje más elevado de celulosa.

Fibras Largas: Proviene de árboles de madera blanda, fundamentalmente coníferas como el abeto y el pino, y su longitud está comprendida entre los 3 y 5 mm resultando la pasta de papel más resistente.

La fabricación del papel se empieza desde el reciclaje de los papeles en desuso. Se entiende que es el proceso de recolectar en las imprentas oficinas, supermercados, centros comerciales y ciudades papeles y cartones ya usados, y transformarlos en nuevos papeles, mediante un proceso industrial que separa las fibras vegetales útiles, de las impurezas que traen los papeles.

Figura n.º 2-2. Clasificación de Papel Reciclado.

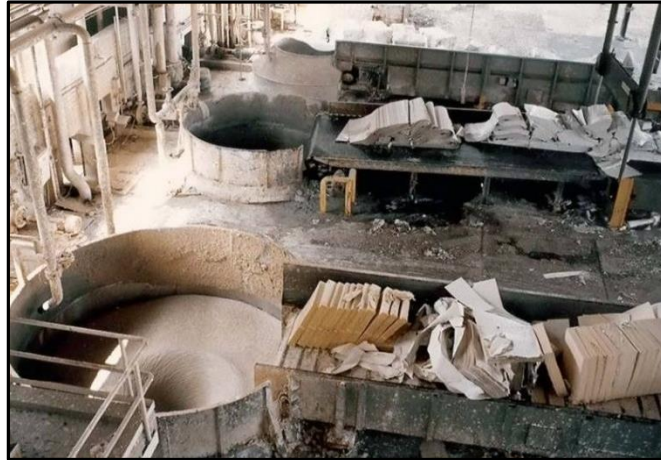


Fuente: Protisa.

2.3.1 Disgregación.

La pasta se prepara en un equipo llamado pulper (semejante a una gran licuadora), donde se mezcla el agua con los fardos de reciclado que se usa. El pulper es una gran cuba, en cuyo interior se encuentra una hélice. Al añadir los fardos de papel, comienza el proceso de disgregación de fibras, primero por el impacto al caer los fardos, después por el rozamiento de la hélice con la pasta y finalmente por el rozamiento de las mismas fibras entre sí. Las impurezas más pesadas que vienen en los fardos del reciclado (metales, plásticos, etc.) son separadas y quedan atrapadas en la chapa tamiz de la pera y luego expulsadas como rechazo por que perjudican al proceso. La consistencia con la que se trabaja en el pulper es de 3 a 20 % dependiendo del tipo de equipo o fibra que se esté disgregando. En el caso de hojas de papel usado de más difícil disgregación, el agua del pulper es calentada a temperaturas de 65°C, agregándosele productos químicos.

Figura n.º 2-3. Pulper.



Fuente: Protisa.

2.3.2 Depuración de la pasta.

Las impurezas son materiales indeseados que vienen en el papel usado y que, si no son removidas, obstaculizarán tanto el proceso de reciclaje, como la posterior producción de nuevos papeles. El efecto negativo de las impurezas hace disminuir la eficiencia de la máquina papelera y reduce la calidad del nuevo papel a producir.

Las impurezas que se encuentran en este proceso son plásticos, ceras, pegamentos, colas, autoadhesivos y adhesivos, astillas de madera y tintas de imprenta. La pasta que proviene del pulper es recibida por una serie de depuradores, que son grandes conos que centrifugan la pasta igual que una lavadora doméstica, impulsando por gravedad las fibras y las impurezas más pesadas, para hacerlas pasar a través de placas ranuradas, que funcionan igual que tamices o coladores, que permiten el filtrado sólo de las partículas menores, cerrando el paso a las partículas más grandes. Según avanza el proceso de depuración, las placas contienen, secuencialmente, ranuras de menor tamaño, de manera que al término de esta etapa, sólo las fibras vegetales continúan en el proceso.

2.3.3 Blanqueo y mejora de la pasta.

La pasta es blanqueada en función del grado de blancura que se quiere aportar al papel reciclado, la pasta reciclada se blanquea con cloro, hipoclorito o peróxido, o preferiblemente con compuestos oxigenados menos contaminantes.

2.3.4 Dispersión.

Esta etapa consiste en reducir el tamaño de las pintas, stickies y gomas. Para ello, las fibras ingresan a los tornillos transportadores de pasta y luego al dispersor que en el interior está provisto de discos dentados y a la vez ingresa vapor al tornillo calefactor alcanzando temperatura

de 105 °C por fricción desintegra o pulveriza a los contaminantes antes mencionados volviéndolos imperceptibles al ojo humano.

Figura n.º 2-4. Dispensor



Fuente: Protisa.

2.3.5 Refinación.

Consiste en frotar las fibras entre sí y contra unos discos metálicos. Esto hace que las fibras se rompan parcialmente fibrilándose y se creándose los puentes de hidrógeno que darán al papel mayores resistencias tanto longitudinal como transversal.

Dependiendo de la calidad de papel a fabricar se acercan o alejan los discos que se encargan de dar la refinación final de la fibra; que se adecua a cada necesidad. Al aumentar el grado de refinación de una pasta aumenta las resistencias mecánicas.

Figura n.º 2-5. Refinador.



Fuente: Protisa.

2.3.6 Formación de la hoja.

La pasta obtenida en la anterior etapa está limpia sin impurezas o contaminantes por lo tanto es enviada a la sección de formación de hoja en la máquina papelera, que está compuesta por una

malla sintética sin fin denominada tela de formación, que es donde se forma la hoja de papel acomodándose las fibras unas con otras y drenando parte del agua similar a lo que ocurre en un colador casero. En esta parte del proceso la consistencia debe ser de 0.3 % para una buena formación.

2.3.7 Prensado y Secado.

Una vez el papel ya formado se tiene que eliminar toda el agua posible por medios mecánicos que es más económico tales como el prensado y sometido a vacío. Para esta etapa se usa presión de aire a 5 bar en la prensa; la hoja es conducida por medio de un paño sin fin (parecido a una alfombra) hacia la prensa y se somete a presión y vacío eliminando agua.

La hoja prensada continua aun húmeda es traspasada a un cilindro secador metálico de grandes dimensiones llamado Yankee, calentado interiormente con presión de vapor a 7.5 bar y adicionalmente se le inyecta aire caliente a 450 °C proveniente de la capota. La hoja de papel es retirada del yankee por medio de las cuchillas crepadoras que es donde se obtiene las características principales de papel tissue. La hoja de papel ya formada, prensada y seca sale con 95 % de sequedad y un 5 % de humedad.

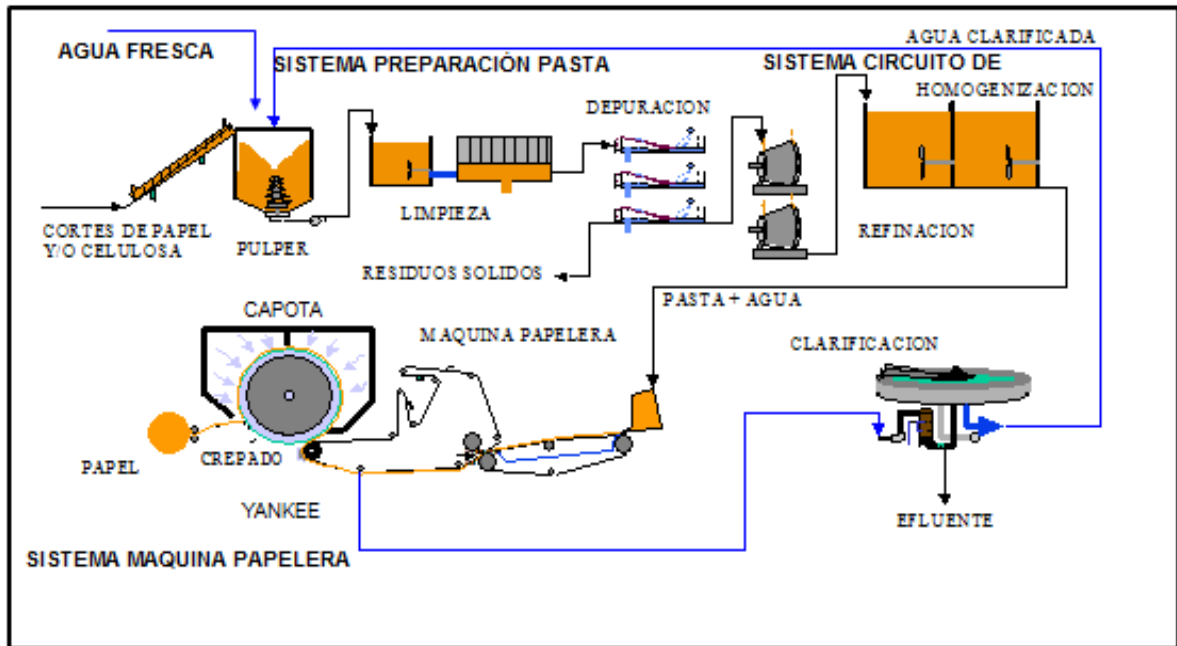
Finalmente, el papel fabricado se enrolla en bobinas para su posterior uso y conversión en rollos pequeños.

Figura n.º 2-6. Bobina de Papel.



Fuente: Protisa.

Figura n.º 2-7. Proceso de Fabricación del Papel Tissue.



Fuente: Propia.

2.4 Indicadores de producción en el papel tissue.

El producir en condiciones estables y tener nuestros productos con una muy buena calidad para la satisfacción de nuestros consumidores; significa producir eficazmente. Por ello, en búsqueda de la eficiencia y eficacia debemos optimizar las diferentes etapas del proceso productivo. Para ser consecuente con lo anterior se controlan los siguientes indicadores.

- Eficiencia en el proceso de Fabricación.
- Pérdida de Fibras en los Efluentes.
- Retención de Finos.

2.4.1 Eficiencia en el Proceso de Fabricación.

El proceso de fabricación es la suma de varias etapas que se interrelacionan entre sí, como consecuencia de ello se pierden las fibras y cargas minerales de menor tamaño, llamadas finos.

Factor de Carga: Es la relación entre la materia prima utilizada. (Recursos = Reciclado + Celulosa) y el papel Producido.

$$F_c = \frac{\text{Peso de Papel Producido por día}}{\text{Peso Materia Prima usada}}$$

Datos: Peso Total de Producción de papel diario por orden de fabricación.

Peso de Reciclado Recibido para ser procesado en Pulper.

Peso de Celulosa Recibido para ser procesado.

Estándar Internacional: 1.20 a 1.35 Óptimo

>1.35 a 1.40 Bueno

>1.40 a 1.50 Deficiente

>1.50 a más Ineficiente

2.4.2 Pérdida de Fibras en los Efluentes.

Pérdida de Fibra en los Efluentes (Peso/tiempo): Son todas las pérdidas o flujos de agua que arrastrarán finos y que se van como efluentes a la zona de clarificación pero que no se recuperan.

Pedida en efluentes = Flujo Perdida₁ x %Cs₁+ Flujo Perdida₂ x %Cs₂ +
... + Flujo Perdida_n x %Cs_n.

Datos: %Cs = $\frac{\text{Peso de pasta seca} \times 100}{\text{Peso de pasta Húmeda}}$

Flujo Perdido = $\frac{\text{Volumen (m3/h)}}{\text{Peso de pasta Húmeda}}$

Estándar Internacional: En la fabricación de papel siempre va haber una pérdida de fibra debido al proceso, justamente por la existencia de finos. Se habla de pérdidas en función a la producción diaria o total.

Menor a 3 % Óptimo

>3.0 a 5 % Normal

Mayor a 5 % Ineficiente

2.4.3 Retención de Finos.

Durante el proceso de formación de la hoja se deshidrata la pasta haciéndola drenar a través de una tela formadora sin fin abierta, es aquí donde se retienen y tejen las fibras que forman parte del papel, los finos (fibras muy pequeñas) atraviesan la tela, y forman parte de las aguas residuales.

Retención de Tela: Nos indicará que porcentaje de la pasta que ingresa a la tela ha sido retenida. La diferencia será el porcentaje de finos que acompañan el agua drenada. Para incrementar químicamente la retención se agrega un agente de retención, cuya dosis debe estar en un rango óptimo.

$$\% \text{ Retención} = \frac{\% \text{ C. entrada} - \% \text{ Cs. salida}}{\% \text{ C. entrada}} \times 100$$

$$\% \text{ Finos} = 100\% - \% \text{ Retención}$$

Estándar Internacional:

	<u>Retención Optima</u>	<u>Retención No adecuada</u>
Fibras Celulósicas	Mayor 80%	menor a 80%
Reciclado de fibras	Mayor 70%	menor a 70%

2.5 Proceso de clarificación del agua.

Es la función de separar los sólidos del líquido, en el que se encuentran en estado de suspensión; por su reducido tamaño es primordial para infinidad de aplicaciones, tanto industriales o bien para recuperar los sólidos valiosos, evitando su pérdida en un efluente industrial (por ejemplo las fibras celulósicas en la industria papelera), o bien para clarificar el líquido, reduciendo al máximo los sólidos en suspensión.

Las aguas residuales contienen ciertos contaminantes que deben ser separados o reducidos en su concentración.

- Materiales flotantes inmiscibles
- Sólidos en suspensión
- Materiales orgánicos solubles no peligrosos
- Materiales orgánicos solubles peligrosos
- Materiales inorgánicos solubles
- Materiales volátiles

La elección de la secuencia y tipo de los tratamientos depende de la clase y concentración de los contaminantes.

2.5.1 Clarificación Primaria del Agua.

La Clarificación primaria consiste en tratar el agua industrial o residual; removiendo y separando la materia en suspensión sin incluir la materia coloidal y disuelta; así como los materiales fácilmente aislables como:

- Aceites
- Sólidos flotantes
- Sólidos de rápida sedimentación
- Preparación del agua para el siguiente tratamiento.

Las operaciones utilizadas son:

- Homogenización
- Neutralización
- Sedimentación
- Separación
- Flotación

En la industria del papel se conocen varios procesos de clarificación de aguas residuales entre ellas podemos mencionar.

Decantación:

Consiste en retener en un depósito el líquido que contiene sólidos en suspensión (normalmente aglomerados en partículas mayores por medio de la floculación) de modo que decanten al cabo de un cierto tiempo en el fondo, de donde se van retirando continua o periódicamente.

Filtración:

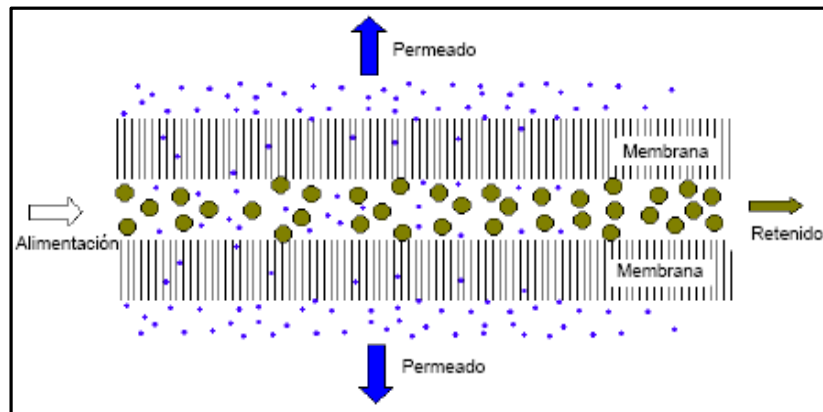
Consiste en forzar el paso del líquido a través de medio filtrante (mallas con diferentes medidas, arena, etc.), donde son retenidos los sólidos, que posteriormente se retiran limpiando el medio filtrante.

Sistema de membranas:

Una filtración convencional no puede eliminar eficazmente los sólidos y materia coloidal por debajo de 1 μm de tamaño. Una alternativa para dicha clarificación es la floculación de la materia coloidal y su filtración con membranas.

La filtración por membrana es una técnica que separa las moléculas en función de su tamaño. El filtrado se denomina permeado y el concentrado se denomina retenido. El modo de operación se muestra en la figura. Lo más habitual es utilizar un gradiente de presión para producir la separación.

Figura n.º 2-8. Sistema de Membranas.



Fuente: Manual de Clarificación – Protisa.

2.5.2 Clarificación por Flotación por Aire Disuelto (DAF).

Es el sistema de clarificación más usado en la industria. Se basa en el principio de la solubilidad del aire en el agua sometida a presión. Consiste fundamentalmente en someter el agua bruta ya floculada a presión durante cierto tiempo en un recipiente, introduciendo simultáneamente aire comprimido y agitando el conjunto por diversos medios, hasta lograr la dilución del aire en el agua. Posteriormente despresuriza el agua en condiciones adecuadas, desprendiéndose gran cantidad de micro burbujas de aire. Estas se adhieren a los flóculos en cantidad suficiente para que su fuerza ascensional supere el reducido peso de los flóculos, elevándolos a la superficie, de donde son retirados continua o periódicamente, por distintos medios mecánicos.

Con objeto de ahorrar energía por un lado y por otro para evitar al máximo una posible destrucción de flóculos en el turbulento proceso de creación de micro burbujas, normalmente no se presuriza el caudal total de tratamiento, sino un caudal parcial de agua clarificada recirculada suficiente para crear las micro burbujas necesarias para el proceso.

La flotación por aire disuelto presenta grandes ventajas con respecto a los demás procesos, entre ellas tenemos:

Tiempo de retención: La flotación es un fenómeno mucho más rápido que la sedimentación, se necesita un espacio mucho menor y un tiempo de retención muy breve.

Concentración de los sólidos separados: Los sólidos decantados están sumergidos permanentemente en un medio líquido, por lo que su concentración tiene un límite muy bajo. Los

sólidos flotados, por el contrario, están sobre un medio líquido, pero en contacto con el aire, pudiendo alcanzar concentraciones muy superiores a los sedimentados.

Productos Químicos: Los flóculos convenientes en la sedimentación deben ser grandes y bien formados, con objeto de acelerar el proceso. Para ello es precisa la adición de determinadas cantidades de productos químicos y la retención previa en floculadores para la buena formación de los flóculos.

La flotación, en cambio, necesita solamente flóculos incipientes de reducido tamaño, suficiente para la adhesión de las micro burbujas. La cantidad necesaria de productos químicos será consiguientemente menor, así como el tiempo de formación del flóculo.

Es el sistema más usado y económico dentro de la industria por que utiliza poco espacio en sus instalaciones; es usado tanto en el tratamiento de clarificación primaria como secundaria.

Elementos necesarios en la clarificación

- Coagulante
- Floculante
- Aire
- Agua a clarificar

Inyección de aire al sistema

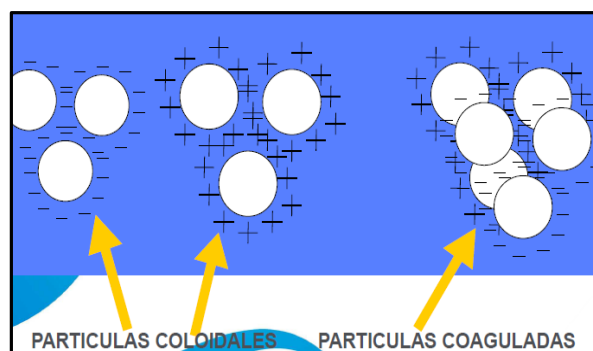
- Flujo total
- Flujo parcial
- Recirculación

Mecanismos

Coagulación:

Proceso de neutralización de cargas como resultado de la modificación de la carga de cada partícula, de manera que éstas no se repelen; al contrario permite que las partículas se unan.

Figura n.º 2-8. Partículas Coaguladas.

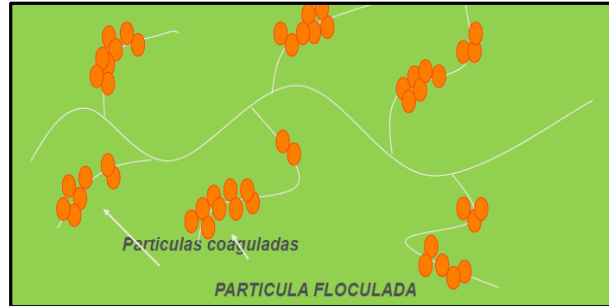


Fuente: Manual de Clarificación – Protisa.

Floculación:

Es el proceso de aglomeración de partículas previamente coaguladas formándose puentes y asociándose. Produce estructuras de flocks compactas y pequeñas.

Figura n.º 2-9. Partículas Floculadas.

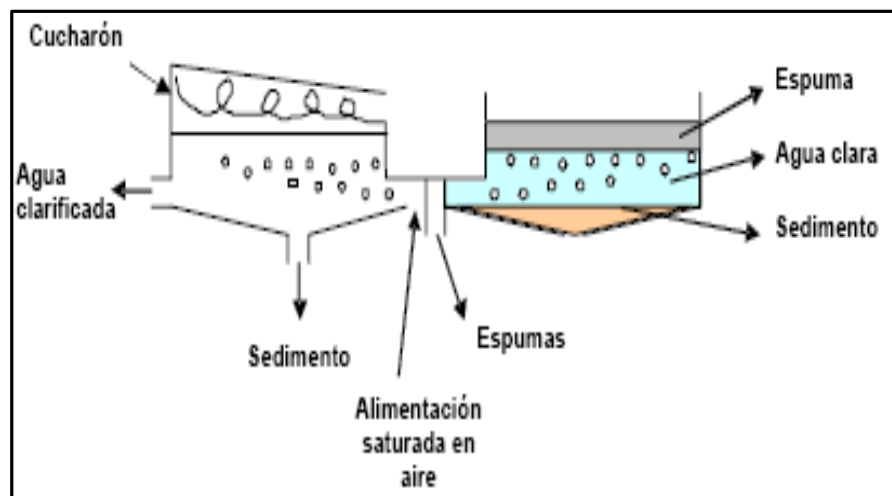


Fuente: Manual de Clarificación – Protisa.

Aplicación de polímero en el DAF

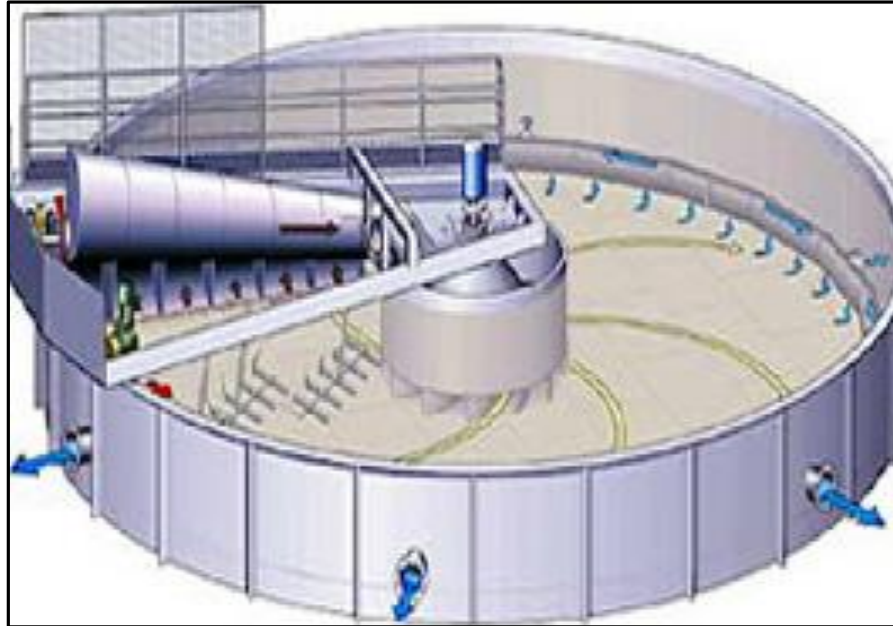
- Aire disuelto en agua y control de tamaño de burbujas a través de caída de presión.
- Utiliza principio de la “velocidad cero” para permitir la flotación de los flóculos.
- Sólidos son removidos en cuchara de rotación.
- Polímero es inyectado inmediatamente antes del clarificador.
- Coagulante es alimentado en la succión de la bomba de alimentación.

Figura n.º 2-10. Obtención del agua clarificada.



Fuente: Manual de operación Krofta.

Figura n.º 2-11. Equipo Deltafloat.



Fuente: Manual de operación Krofta.

2.5.3 Reutilización del agua.

Si el agua se utilizase en la fabricación del papel en circuitos totalmente abiertos, el consumo de agua sería técnico, económica y ecológicamente inadmisibles en la actualidad. Por lo tanto, todas las fábricas utilizan, en mayor o en menor medida, algún grado de reutilización del agua en el proceso de fabricación. Las alternativas más frecuentemente adoptadas en la industria papelera para la reducción del consumo de agua son:

- Reutilización como aguas de proceso.
- Reutilización del agua clarificada como acondicionamiento y limpieza de vestimentas.
- Reutilización del efluente después de su tratamiento como agua de alimentación.

Se consume una gran cantidad de agua; por lo que es necesario aumentar el cierre de los circuitos de agua. Para cerrar los circuitos y evitar la acumulación de contaminantes es necesario clarificar las aguas del proceso antes de su reutilización.

Para reutilizar el agua se debe recuperar clarificándola en una clarificación primaria para volverla a usar en los circuitos de dilución y el proceso mismo.

La reutilización del agua en la Fabricación del Papel Tissue afecta a la calidad del producto final. Los típicos defectos de mal funcionamiento identificados son el deterioro de la calidad por hoyitos, manchas, menor retención, corrosión, problemas de olores, formación de espumas e incrustaciones.

El nivel de acumulación está claramente relacionado con el grado de cierre del circuito. Cuanta más agua es recirculada, mayor cantidad de materiales pueden ser detectados en los circuitos del agua de proceso. A continuación algunos contaminantes presentes en el agua reutilizada.

- Residuos aniónicos.
- DBO₅ y DQO.
- Stickies
- Ácidos grasos volátiles (VFA; Volatile Fatty Acids).
- Calcio (como dureza de calcio).
- Sales.
- Microorganismos.

Tabla n.º 2-1. Principales Usos del Agua en la Industria del Papel Tissue.

USOS	FUNCIÓN	EJEMPLOS
Agua de proceso	Transporte	Transporte de fibras, aditivos químicos, cargas, etc.
	Dilución	Regulación de la consistencia, preparación de aditivos
Agua para regaderas y toberas de vestimentas	Acondicionamiento	Limpieza de la tela de formación y del fieltro.
	Lubricación	Rodillo cabecero, guía y tensor de la tela y fieltro.
	Formateadores	Recorte de los laterales de la banda de papel
	Limpieza	Limpieza de la tela de formación, del fieltro y de los rodillos.
	Dilución	Cleaners y Caja de entrada.
Agua de refrigeración	Enfriamiento	Unidades de lubricación e hidráulica.
Agua para caldera	Generación de vapor	Cilindros secadores
Agua de sellado	Sellado	Cajas de vacío, bombas, etc.
Agua de limpieza	Transporte	Limpieza de la máquina, depósitos, tuberías.

Fuente: Propia.

Fuentes de contaminación del circuito de aguas.

El agua para la fabricación de papel hace necesario establecer unas especificaciones de calidad mínima en función del uso al que se destinan.

En cuanto a las aguas de proceso, es imposible establecer con carácter general una calidad mínima, debido a la gran variedad, tanto de los procesos que se emplean como de los constituyentes que pueden formar parte de la composición de estas aguas.

Las fuentes de contaminación de los circuitos de aguas en la fabricación de papel son:

- Las materias primas fibrosas.
- Los aditivos químicos.

Las materias primas fibrosas.

Las materias primas fibrosas constituyen la fuente de contaminación principal de las aguas, si bien la naturaleza e importancia de la misma varía considerablemente en función del tipo de fibra utilizada en el proceso de producción. Los tres parámetros más importantes son: el contenido de partículas de finos, el contenido de materia orgánica soluble y la concentración de microorganismos (Salomé, 2000).

Tabla n.º 2-2. Contaminación del Agua según la Materia Prima Fibrosa Usada.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA SEGÚN LAS MATERIAS PRIMAS FIBROSAS			
Tipo de pasta	Contenido partículas finas	Contenido materia orgánica soluble	Contenido en microorganismos
Mecánica	alto	alto	moderado
Química blanqueada	bajo	bajo/moderado	bajo
Reciclada sin destintar	moderado/alto	moderado/alto	alto
Reciclada destintada	bajo/moderado	bajo	moderado

Fuente: Propia.

Los problemas asociados con los depósitos de materias resinosas en fibras vírgenes son reemplazados, en este caso, por un gran número de problemas asociados a los depósitos potenciales de stickies (sustancias pegajosas).

Las fuentes principales de estos contaminantes potenciales son adhesivos de contacto (polímeros de estireno-butadieno, acrilatos de vinilo, etc.) y adhesivos de fusión (por ejemplo, el acetato de vinilo). Otros contaminantes son los aglutinantes que entran a formar parte de las tintas modernas, como por ejemplo, las resinas alquídicas en los pigmentos de impresión láser.

Además, todos los papeles estucados contienen aglutinantes en su composición (polímeros de estireno-butadieno, acetato de polivinilo, etc.). Otra fuente de contaminación importante de las fibras secundarias es la elevada concentración de microorganismos como consecuencia de la suciedad y la humedad del medio en que se almacena el papelote antes de su reutilización. Por otra parte, los almidones presentes en el papel reciclado son un excelente medio de crecimiento para los microorganismos presentes en el sistema de aguas de proceso, por tanto, favorecen, el desarrollo de microorganismos y, los problemas asociados a los mismos.

Los aditivos químicos.

Los aditivos se consideran la segunda fuente de contaminación de las aguas de proceso en la industria de papel Tissue. El número elevado de aditivos que se puede, incorporar durante el proceso de fabricación hace difícil definir la naturaleza e importancia de esta fuente de contaminación.

2.6 Proceso del tratamiento biológico del agua.

El tratamiento biológico constituye una serie de importantes procesos de tratamiento que tienen en común la utilización de microorganismos (bacterias) que mantenidas en ciertas condiciones destruyen o eliminan los contaminantes o componentes orgánicos indeseables del agua, aprovechando la actividad metabólica de los mismos sobre esos componentes. El proceso consiste en la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto soluble como coloidal, así como la eliminación de compuestos que contienen elementos nutrientes (N y P). Es uno de los tratamientos más habituales, no solo en el caso de aguas residuales urbanas, sino en las aguas industriales. (Gutiérrez Canales, 2009).

“La materia orgánica constituye la fuente de energía y nutrientes de carbono que necesitan los microorganismos para su crecimiento (Rodríguez Fernandez, Leton Garcia, & Rosal Garcia, 2006).

2.6.1 Clarificación secundaria del agua.

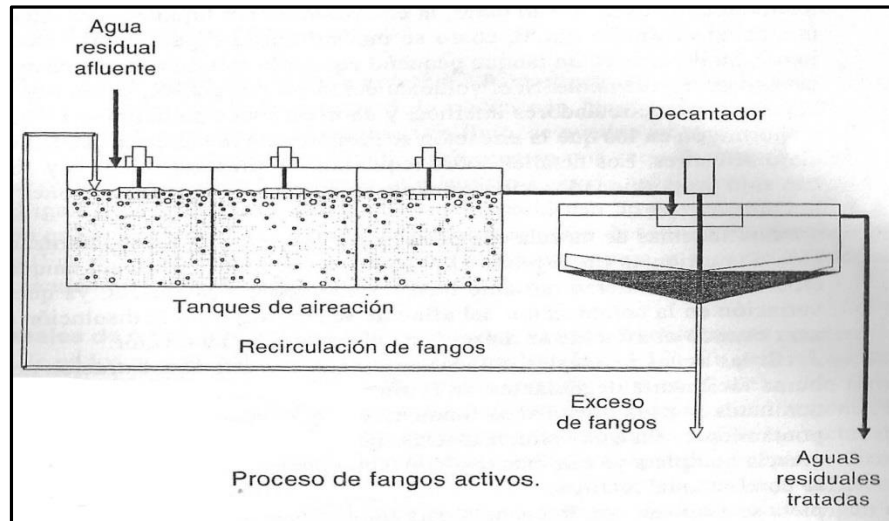
Es la parte principal del proceso para separar la mayoría de los sólidos en suspensión; los materiales orgánicos y otros materiales solubles. Los materiales orgánicos son los que aportan y generan el DBO5 y DQO.

En esta parte del proceso se tiene las siguientes operaciones:

- Flotación
- Tratamiento químico y
- Tratamiento biológico.

La operación principal en esta parte es el tratamiento biológico y se realiza en los reactores biológicos.

Figura n.º 2-12. Reactor Biológico.



Fuente: Manual de OMC.

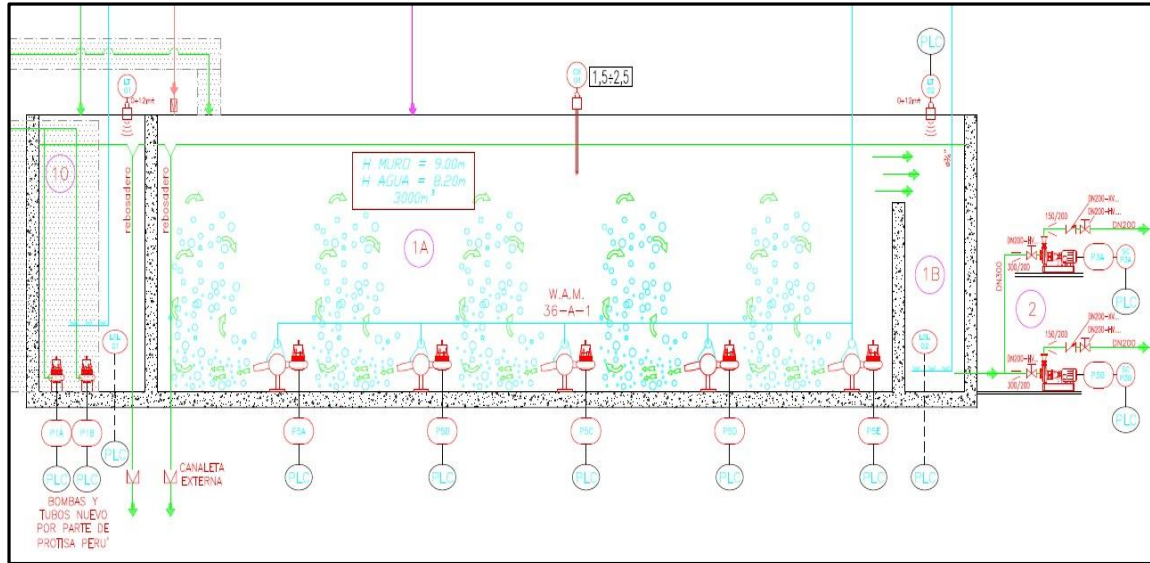
2.6.2 Reactores biológicos aerobios.

Son equipos en el cual se producen una serie de reacciones biológicas por acción de los microorganismos o enzimas presentes. Estos reactores se emplean en el tratamiento de residuos industriales para reducir la concentración de los contaminantes en las aguas residuales o efluentes hasta lograr niveles aceptables. El proceso de actuación es el mismo que ocurre en el curso que se vierten los efluentes; solamente que en los reactores ocurre más rápido y en un espacio reducido. (Colladera, 2013).

Estos reactores requieren sistema de aireación o difusores para proporcionar oxígeno a los microorganismos. Necesitan una gran interface aire-agua debido a la baja solubilidad del oxígeno en agua (10 ppm a temperatura ambiente). Son los más usados, por lo siguiente:

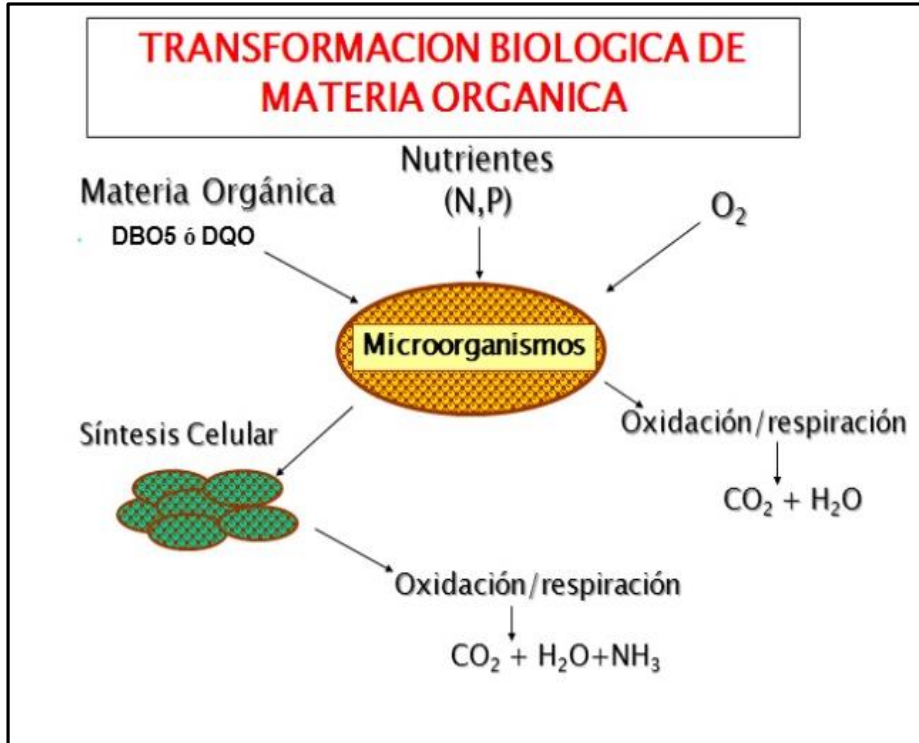
- Se utiliza para una variada gama de aguas residuales
- El proceso es más estable y de fácil control.
- Mayor eliminación de DBO, nitrógeno y fosforo.
- Menor tiempo de residencia.
- Menor de volumen de reactor.
- Menor control de temperatura y pH.
- Múltiples organismos trabajan en forma paralela.

Figura n.º 2-13. Reactor de Lodos Activados de 3000 m3.



Fuente: Manual de OMC.

Figura n.º 2-14. Transformación Biológica de la Materia Orgánica.



Fuente: Manual de OMC.

Figura n.º 2-15. Microorganismos.



Fuente: Manual de OMC.

2.7 Definición de términos básicos.

Pulpa: La pulpa o fibra, es el material fibroso preparado y listo para el proceso de preparación de la pasta para la fabricación del papel. Se obtiene a partir de la celulosa o fibras vegetales.

Pulpeo: Conocido también como proceso de rompimiento, desintegración o simplemente de suspensión. El proceso consiste en reducir el material seco a forma de pulpa, agregando la cantidad suficiente para adaptarlo al proceso lográndose separar las fibras.

Pasta de reciclado: También se le conoce como papel de reciclado, se le llama así porque es el papel de escritura recuperado luego de ser utilizado por el cliente o usuario.

Suspensión fibrosa: También se le llama pasta, recibe este nombre el material que ha sido pulpeado y diluido a una consistencia apropiada.

Consistencia: Es el peso de fibra seca que existe en un determinado peso de la suspensión fibrosa, expresado en porcentaje.

Refinación: Es el tratamiento mecánico de las fibras de celulosa en suspensión acuosa, mediante este medio se reduce el tamaño de las fibras a consecuencia del corte o desfibrilación de estas.

Proceso de Clarificación: Consiste en separar los sólidos del agua residual, que se encuentran en estado de suspensión; para recuperar los sólidos valiosos, evitando su pérdida en

un efluente industrial (por ejemplo las fibras celulósicas en la industria papelera), o bien para clarificar el líquido, reduciendo al máximo los sólidos en suspensión.

ppm: Partes por millón (**ppm**) es una unidad de medida con la que se mide la concentración. Determina un rango de tolerancia. Se refiere a la cantidad de unidades de una determinada sustancia (agua, etc.) que hay por cada millón de unidades del conjunto.

Kitasato: Es un matraz comprendido dentro del material de vidrio de un laboratorio. Podría definirse como un matraz de Erlenmeyer con un tubo de desprendimiento o tabuladora lateral.

Aeración mecánica: Introducción de oxígeno del aire en un líquido por acción de un agitador mecánico.

Aeración prolongada: Una modificación del tratamiento con lodos activados que facilita la mineralización del lodo en el tanque de aeración.

Agua residual: Agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión.

Anaerobio: Condición en la cual no hay presencia de aire u oxígeno libre.

Bacterias: Grupo de organismos microscópicos unicelulares, con cromosoma bacteriano único, división binaria y que interviene en los procesos de estabilización de la materia orgánica.

Biodegradación: Transformación de la materia orgánica en compuestos menos complejos, por acción de microorganismos.

By-pass: Conjunto de elementos utilizados para desviar el agua residual de un proceso o planta de tratamiento en condiciones de emergencia, de mantenimiento o de operación.

Deshidratación de lodos: Proceso de remoción del agua contenida en los lodos.

Digestión aerobia: Descomposición biológica de la materia orgánica del lodo, en presencia de oxígeno.

Digestión anaerobia: Descomposición biológica de la materia orgánica del lodo, en ausencia de oxígeno.

Disposición final: Disposición del efluente o del lodo tratado de una planta de tratamiento.

Biodegradabilidad: La biodegradabilidad y las aguas residuales, son dos conceptos estrechamente vinculados, gran parte de las sustancias que transporta el agua, ya sea disuelta, suspendida o coloidal, es materia orgánica, la cual en una importante fracción es biodegradable. La biodegradabilidad de estas sustancias es la propiedad que permite que las aguas residuales puedan ser depuradas por medio de microorganismos, los que utilizan estas sustancias como alimento y fuente de energía para su metabolismo y reproducción. (Hernández, 1992).

Eficiencia del tratamiento: Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje.

Efluente: Líquido que sale de un proceso de tratamiento.

Efluente final: Líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Examen bacteriológico: Análisis para determinar y cuantificar el número de bacterias en las aguas residuales.

Lodo activado: Lodo constituido principalmente de biomasa con alguna cantidad de sólidos inorgánicos que recircula del fondo del sedimentador secundario al tanque de aeración en el tratamiento con lodos activados.

Nutriente: Cualquier sustancia que al ser asimilada por organismos, promueve su crecimiento. En aguas residuales se refiere normalmente al nitrógeno y fósforo, pero también pueden ser otros elementos esenciales.

Oxígeno disuelto: Concentración de oxígeno solubilizado en un líquido.

Planta de tratamiento: Infraestructura y procesos que permiten la depuración de aguas residuales.

Tratamiento primario: Remoción de una considerable cantidad de materia en suspensión sin incluir la materia coloidal y disuelta.

Tratamiento secundario: Nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión.

Tratamiento químico: Aplicación de compuestos químicos en las aguas residuales para obtener un resultado deseado; comprende los procesos de precipitación, coagulación, Floculación, acondicionamiento de lodos, desinfección, etc.

Demanda biológica de oxígeno (DBO₅): Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20° C). (Marín Ocampo, 2013).

El objeto del ensayo consiste en medir la cantidad de oxígeno disuelto en un medio de incubación al comienzo y al final de un período de cinco días, durante el cual la muestra se mantiene al abrigo del aire, a 20 °C y en la oscuridad, para inhibir la eventual formación de oxígeno por las algas mediante **fotosíntesis**. Las condiciones de la medida, en las que el agua a estudiar está en equilibrio con una atmósfera cuya presión y concentración en oxígeno permanecen constantes, se acercan así a las condiciones reales de la autodepuración de un agua residual.

Demanda química de oxígeno (DQO): Es la medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual. (Marín Ocampo, 2013).

El procedimiento se basa en la oxidación de la materia utilizando dicromato potásico como oxidante en presencia de ácido sulfúrico e iones de plata como catalizador. La disolución acuosa se calienta bajo reflujo durante 2 h a 150 °C. Luego se evalúa la cantidad del dicromato sin reaccionar titulando con una disolución de hierro (II). La demanda química de oxígeno se calcula a partir de la diferencia entre el dicromato añadido inicialmente y el dicromato encontrado tras la oxidación.

CAPÍTULO 3 DESARROLLO

3.1 La empresa.

Productos Tissue del Perú S.A forma parte de Empresas CMPC (Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones), con sede principal en Chile. Perteneció al rubro de la comercialización y fabricación de papeles. Dentro de este contexto, el objetivo fundamental es satisfacer las expectativas de calidad de sus clientes y consumidores, entregando productos y servicios adecuados a sus necesidades, a un costo que permita ofrecerlos a precios razonables. Para ello, es básico investigar y conocer las necesidades de clientes y consumidores, diseñar y desarrollar los productos en concordancia con estas necesidades, planificar las actividades productivas con objetivos claros y precisos, elaborar los productos en conformidad con las especificaciones resultantes del diseño, inspeccionar lo producido previniendo y/o detectando desviaciones y brindar un servicio integral en la distribución y ventas.

Actualmente somos líderes en la venta de papel tissue en el mercado peruano ocupando el primer lugar y con gran crecimiento en la rama de los pañales.

3.1.1 Historia.

PROTISA PERÚ S.A. ingresó al mercado peruano en julio de 1995, importando papel higiénico, servilletas, papel toalla, faciales y pañuelos de otras empresas de CMPC ubicadas en Sudamérica. En 1996, gracias a la aceptación que tuvieron los productos en Perú, se inauguró su primera planta de conversión en Chorrillos, utilizando papel base importado, tecnología de punta y un calificado grupo de profesionales y técnicos peruanos. En 1997, con el propósito de producir el 100% de papel base, se inauguró una planta de fabricación de papel en un terreno ubicado en el distrito de Santa Anita, Lima.

A mediados del año 2000, se decidió incursionar en la fabricación de pañales desechables, lanzando la marca Babysec, convirtiéndose así en la segunda empresa fabricante de este tipo de producto en el Perú. En el año 2001, realizó nuevas inversiones y adquirió una moderna línea de conversión, la que le permite fabricar papel toalla y papeles higiénicos de doble hoja en Perú. En el 2002 se adquirió una nueva máquina papelera, con tecnología de última generación. A fines del 2003, con la finalidad de complementar el negocio y seguir creciendo en el mercado, se lanzó la marca Ladysoft en la categoría de toallas higiénicas y para finales del 2007 ante la gran demanda del producto, adquirió una línea de fabricación de última tecnología.

En el año 2008 se adquiere la tercera máquina papelera MP-3, una máquina de última generación con velocidad de 2 000 m/min. La producción que se tiene mensual es sobre las 6500 toneladas.

Actualmente se cuenta con una planta y oficinas administrativas construidas sobre un área de aproximadamente 115 000 m², situándose como la primera empresa líder en el mercado de papeles higiénicos tissue a nivel nacional.

3.1.2 Productos Ofrecidos.

Los productos que ofrece Protisa Perú se agrupan en dos líneas: Línea Hogar y Línea Institucional.

En la Línea Hogar se encuentran productos como papeles higiénicos, pañales y toallas húmedas, servilletas, toallas higiénicas, pañuelos y faciales dirigidos al público en general.

En la Línea Institucional se tienen productos como papeles higiénicos, papel toalla, servilletas y dispensadores en tamaño y presentación diferente a los productos de la Línea Hogar, dirigidos a empresas y servicios de salud.

Los productos que ofrece Protisa Perú se encuentran agrupados en las marcas Babysec, Elite, Noble y Ladysoft.

Figura n.º 3-1. Productos Fabricados.

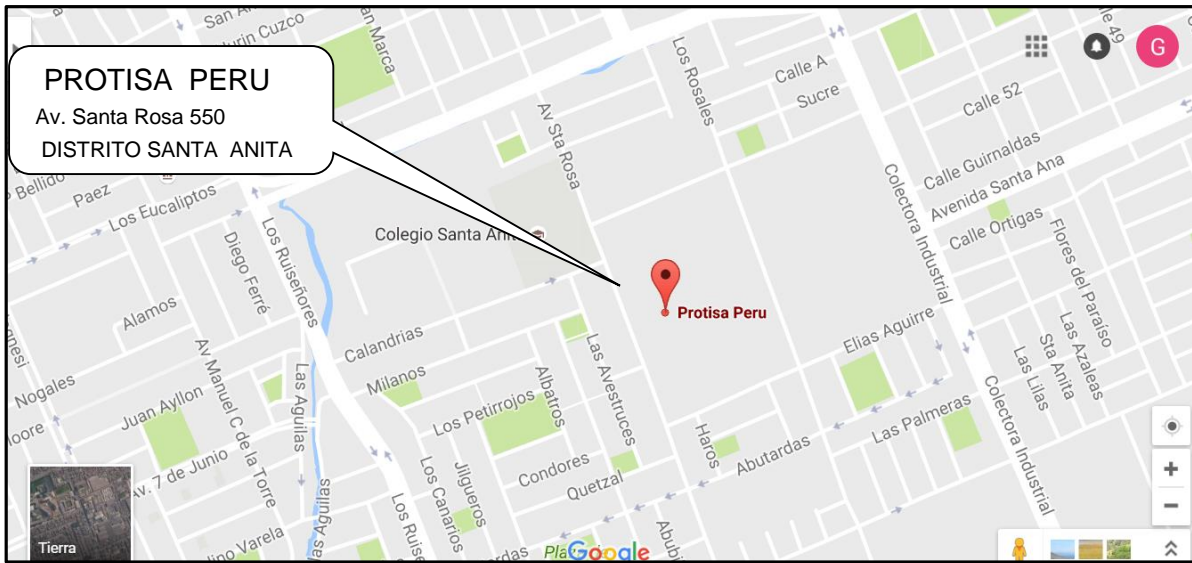


Fuente: Propia.

3.1.3 Ubicación Geográfica.

El trabajo de la tesis se realizó en la planta ubicada en la Av. Santa Rosa 550 Distrito de Santa Anita, Departamento de Lima – Perú.

Figura n.º 3-2. Ubicación Geográfica de Productos Tissue del Perú.



Fuente: Google Maps.

3.2 Organización.

Productos Tissue del Perú S.A. está comprometido con entregar a nuestros clientes y consumidores productos y servicios de la más alta calidad, a fin de satisfacer sus expectativas. Protisa se preocupa por investigar las necesidades de los clientes y consumidores para así poder desarrollar productos de acuerdo a los mismos.

Protisa Perú dentro de esta política promueve la innovación y la creatividad en todas las áreas de la empresa a fin de garantizar la mejora continua y la calidad de nuestros productos y servicios, preservando el medio ambiente.

Visión:

Ser la **empresa líder** del mercado peruano de Papel Tissue y Productos Sanitarios, con **marcas valoradas** que satisfagan las necesidades de nuestros consumidores por su **calidad e innovación**.

Misión:

Con nuestros Consumidores: Les entregamos productos y servicios que satisfagan sus necesidades, dentro de una oferta adecuada de valor. Conocemos profundamente sus necesidades.

Con nuestros Accionistas: Buscamos aumentar el valor de la empresa a través del crecimiento en ventas, del valor de nuestras marcas y participación del mercado con rentabilidad asegurando el correcto y eficiente uso de nuestros activos.

Con nuestros Clientes: Establecemos negocios rentables, de beneficio mutuo y de largo plazo, sustentados en una relación de confianza, cercanía y un buen servicio.

Con nuestros Colaboradores: Brindamos un buen ambiente de trabajo y herramientas necesarias para que puedan desarrollarse integralmente, lo que propicia contar con personas competentes, motivadas y trabajando en equipo para lograr el objetivo integral de la compañía.

Con la Comunidad cercana: Mantenemos una relación de armonía y apoyamos su desarrollo a través del empleo, la educación y la generación de micro emprendimientos.

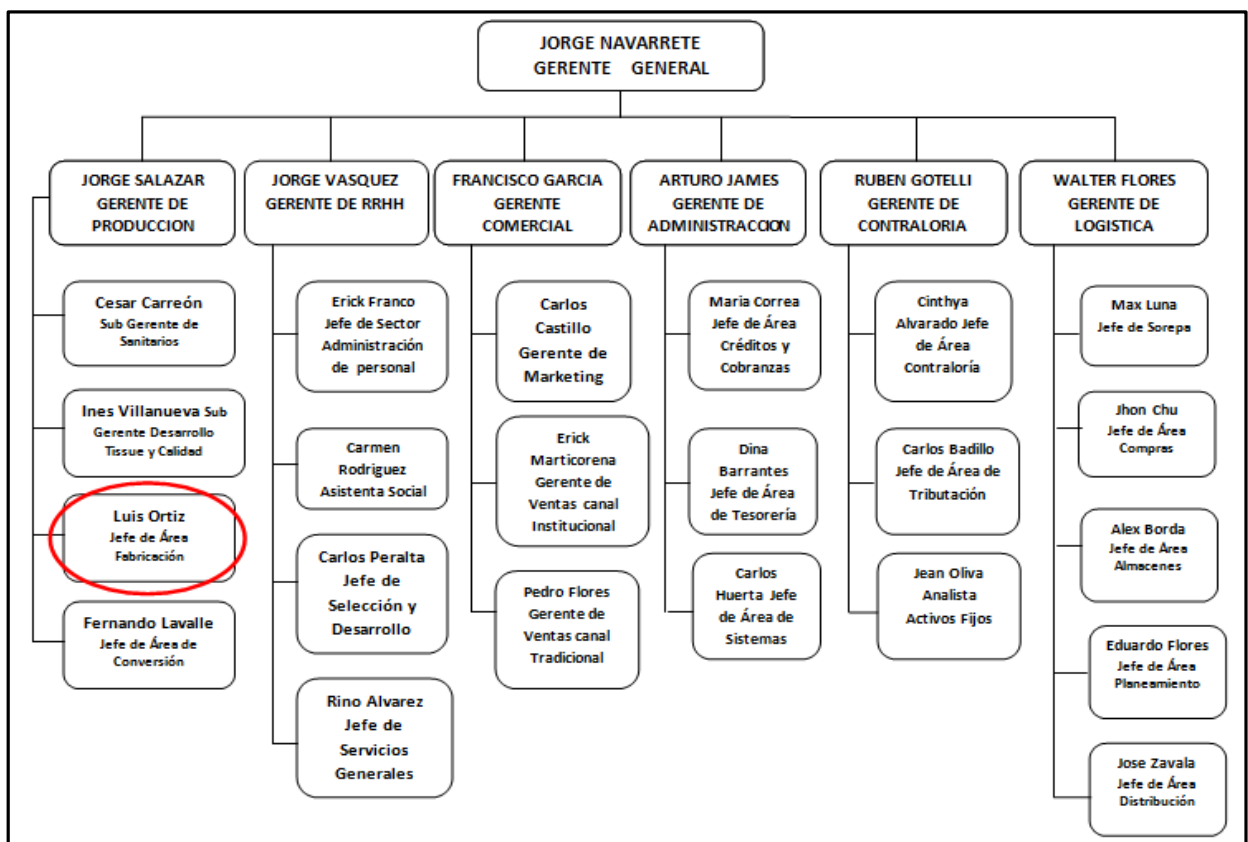
Con el Medio Ambiente: Contribuimos al desarrollo sostenible asumiendo un compromiso de responsabilidad con el medio ambiente en todas las fases de nuestros procesos.

Con nuestros Proveedores: Buscamos que sean parte de nuestra red de apoyo como `` socios estratégicos `` estableciendo relaciones perdurables de mutuo beneficio.

3.2.1 Organigrama de la empresa.

La empresa cuenta con las gerencias respectivas las cuales hacen de su gestión en el día a día transformarla en excelentes resultados con eficiencia y eficacia. A continuación se detalla el Organigrama General de la empresa y el desglosamiento de la Gerencia de Producción.

Figura n.º 3-3. Organigrama de Productos Tissue del Perú.



Fuente: Protisa.

La Gerencia de Producción está dividida en: Las áreas de Fabricación, Desarrollo y calidad, Conversión y Sanitarios.

Fabricación:

Productos Tissue del Perú, cuenta actualmente con 3 máquinas papeleras, las cuales se encargan de fabricar el papel base con el cual se hace los productos finales, sean Higiénicos, Servilletas, Toallas o Pañales.

Productos Tissue del Perú, produce papeles base teniendo como materias primas principales a la Celulosa y la Fibra Reciclada.

Para el proceso de fabricación se cuenta con sistemas de Limpieza Mecánica, Etapas de Lavado y Blanqueo de Fibra, así como la Clarificación de Aguas Residuales, lo que permite trabajar con circuitos cerrados de agua. Fabricación tiene como cliente internos directamente a Conversión, abasteciendo de bobinas de Papel con características específicas para sus diferentes líneas de producción.

Conversión:

El área de Conversión realiza la transformación de las bobinas de papel en 02 líneas de Productos, los del hogar e Institucionales, para lo cual cuenta con cinco líneas de producción de Higiénicos, dos de Servilletas, y tres máquinas Pañaleras.

El proceso de convertir (cortar) comienza con el traslado de las bobinas de papel base desde el almacén hacia la zona donde se van a convertir, de acuerdo a la calidad que se va a producir, se transforman en rollos de papel higiénicos, Servilletas, papel toalla, pañuelos, pañales, etc. que posteriormente son empaquetados, y que constituye el producto final. Las líneas institucionales fabrican rollos de mayor metraje para uso en instituciones públicas o privadas.

Control de calidad:

El departamento de Control de calidad se dedica directamente a la verificación del cumplimiento de los estándares de calidad, tanto en fabricación, conversión e insumos para lo cual cuenta con una norma, que es un acuerdo que se usa a nivel de toda la corporación. La calificación de los productos está sujeta a la evaluación físico-química de los mismos.

Control de calidad genera la calificación, del producto, así mismo los rechazos son reprocesados o devueltos según sea el caso.

El lugar donde se realizó el estudio de Control de los Procesos de Clarificación y Tratamiento Biológico fue en el área de Fabricación que a la vez está dividido en 03 zonas.

- **Maquina Papelera:** Fabrica el papel tissue base; para ser manufacturado y transformado posteriormente en el producto final; que puede ser rollos de Papel Higiénico, Servilletas, Papel Toalla, Pañuelos o Pañales. El proceso de manufactura se hace en las líneas de

Conversión; para posteriormente enviarlas al almacén y luego despacharlos a nuestros clientes.

- **Preparación Pasta:** Es la zona donde se trata la materia prima; en este caso es la Celulosa y el papel reciclado; se pasará por varios procesos o etapas como: disgregación, depuración, dispersión y blanqueo. Luego la fibra ya está lista para pasar a la maquina papelera y fabricar el papel tissue.
- **Clarificación:** Es la zona donde se trata las aguas que son utilizadas en los procesos de Preparación Pasta y Maquina Papelera; estas aguas son enviadas a los clarificadores DAF donde se separan las fibras que se encuentran como contaminantes y una vez el agua tratada se envía a los procesos para ser reutilizadas. Es en esta zona donde realizaremos el estudio y control de los procesos en el cual nos estamos enfocando.

3.3 Detalle del problema encontrado en la clarificación primaria y el tratamiento biológico.

El proceso de Clarificación del agua y tratamiento del efluente se da exclusivamente porque es uno de los principales insumos que se utilizan en mayor cantidad; además de ser un recurso no renovable; con esta reutilización se disminuyen costos de producción.

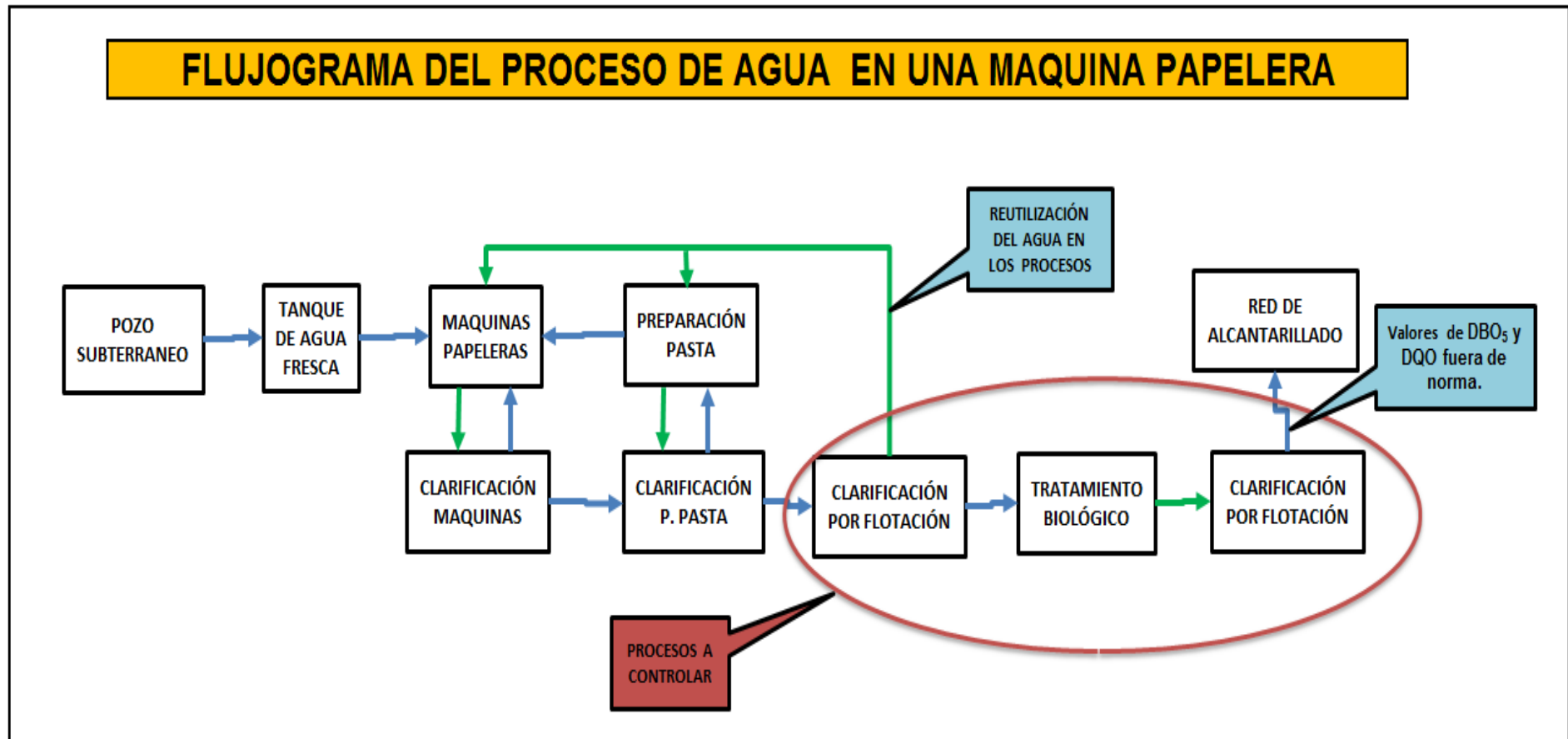
El consumo del agua clarificada afecta la calidad del producto final; por ello es necesario tener un control estricto de las variables del proceso para que no se vea reflejado en la calidad del producto final ni durante el proceso de fabricación.

Los problemas que se presentaban en el **Control de los Procesos de Clarificación y Tratamiento Biológico** es que no había estabilidad durante el proceso del tratamiento; por diversos motivos.

- Descontrol en la dosificación de los productos químicos en la Clarificación Primaria.
- Falta de Check List de Control de Operación.
- Agua Clarificada con ppm > a 150; cuando debía ser máximo 120 ppm.
- Mal control de los Nutrientes; Nitrógeno y Fosforo.
- Inestabilidad en la adición del Oxígeno para los microorganismos.
- Falta de capacitación al personal.

3.3.1 Flujograma del proceso de agua en una máquina de papel tissue.

Figura n.º 3-4. Flujograma del Proceso de Agua en una Maquina Papelera.



Fuente: Propia.

Figura n.º 3-5. Planta de Clarificación de Agua Primaria y Tratamiento Biológico.



Fuente: Protisa.

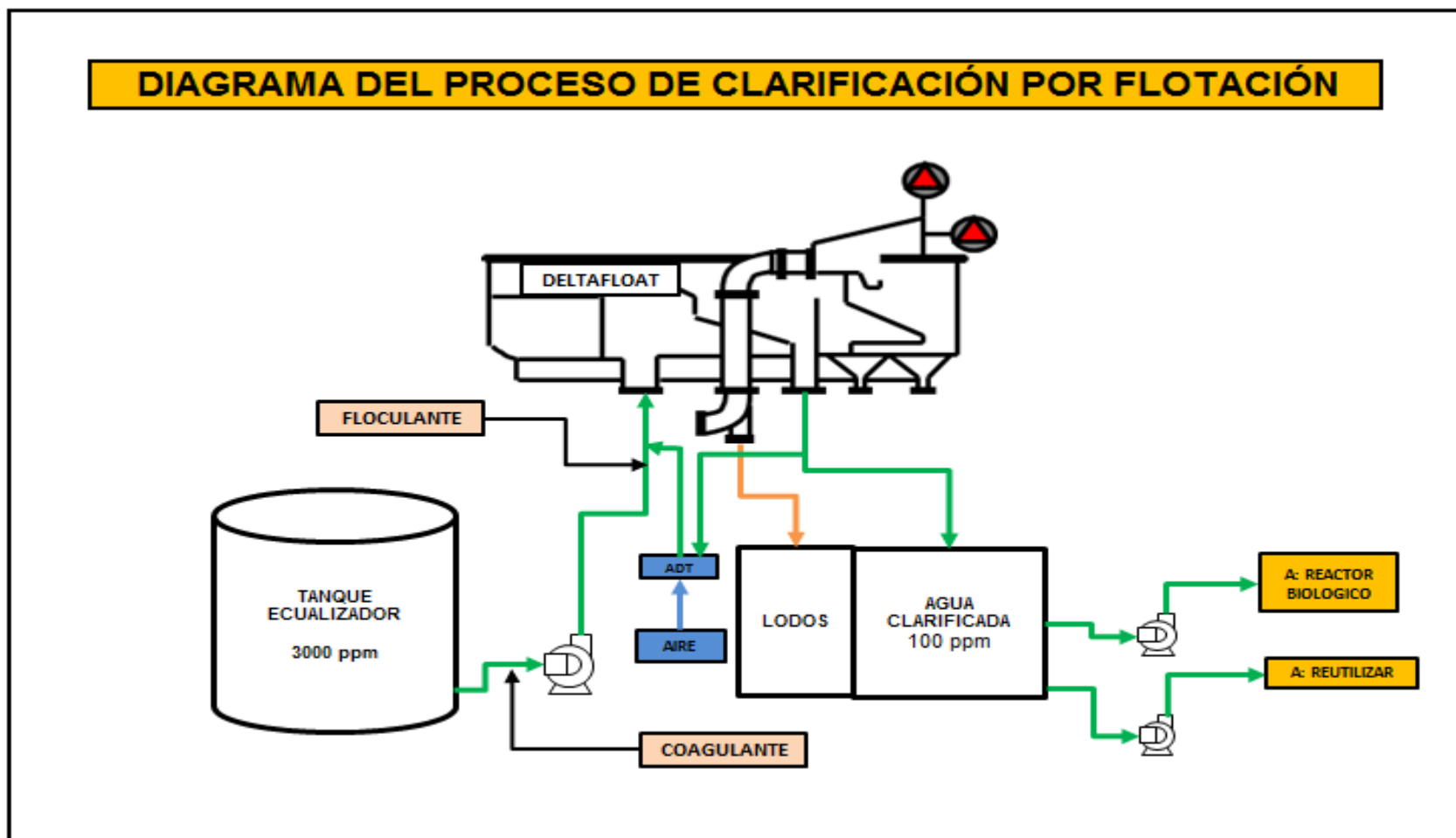
3.3.2 Diagrama del proceso de clarificación por flotación con aire disuelto (DAF).

La función es separar los sólidos del líquido, que se encuentran en estado de suspensión por su reducido tamaño, es primordial para infinidad de aplicaciones, tanto industriales o bien para recuperar los sólidos valiosos, evitando su pérdida en un efluente industrial (por ejemplo las fibras celulósicas en la industria papelera), o bien para clarificar el líquido, reduciendo al máximo los sólidos en suspensión.

Principios Generales de Operación con el DAF

- La flotación por aire disuelto utiliza los principios de velocidad “cero” permitiendo una flotación de sólidos más efectiva.
- El aire es disuelto sobre presión, para flujo total o parcial (típico 25% de reflujo)
- Se utiliza un ADT (tubo de dilución de aire) para generar micro burbujas.
- Se requiere presión en la entrada del ADT y a través de una válvula de globo, la que produce mayor corte para generar burbujas de aire de tamaño correcto.
- Entrada típica de presión es 2.5 bar con caída de presión de 0.5 bar (salida del ADT 5 bar)
- El agua aireada se mezcla en el flujo principal permitiendo la formación de “micro-burbujas” cuando se tenga presión atmosférica.
- Estas burbujas se adhieren a los flóculos, causando la flotación.

Figura n.º 3-6. Diagrama del Proceso de Clarificación por Flotación.



Fuente: Propia.

Figura n.º 3-7. Vista General de la Planta de Clarificación Primaria.



Fuente: Protisa.

Figura n.º 3-8. Vista del Deltafloat en operación.



Fuente: Protisa.

3.3.3 Descripción del proceso de clarificación por flotación con aire disuelto (DAF).

El agua o suspensión a tratar, proveniente del proceso, se satura en aire, total o parcialmente. En el transcurso de esta línea se dosifica el Coagulante y luego el Floculante; la suspensión ingresa por la parte inferior del Deltafloat donde se expande y como resultado se desprenden burbujas de aire que estaban absorbidas en el seno del líquido. Las burbujas formadas atrapan las partículas de sólido (fibras) y suben a la superficie, formando espumas que serán recogidas para su eliminación por medios mecánicos, mediante un sistema denominado cucharón, que no es más que un cono que gira sobre la superficie del agua, recogiendo las espumas formadas. El cucharón tiene en su interior un espiral para romper las espumas y que éstas se recojan más fácilmente por el depósito interior del Deltafloat.

Se produce, igualmente, un fenómeno de sedimentación de las partículas y de los agregados. Este sedimento es un desecho que se recoge mediante rascadores situados en el fondo del depósito y se eliminan por la parte inferior de la tina. (DAF-Krofta, 2012)

Las aguas clarificadas, se obtienen por la parte lateral del Deltafloat, donde la formación de espumas es menor.

- Usando la técnica DAF para el tratamiento de las corrientes adecuadas se puede ajustar continuamente el grado de cierre de los circuitos del sistema de agua, alcanzando la calidad de agua requerida para su reutilización en distintas partes del proceso.
- La flotación por aire disuelto (DAF) es un proceso para la eliminación del material fino en una suspensión acuosa. La energía necesaria para la flotación eficaz se aporta en la forma de burbujas de aire extremadamente finas que se unen al material en suspensión. La atracción entre las micro - burbujas y las partículas es un resultado de las fuerzas de adsorción, que son función de las características de la superficie de la partícula, y de la atracción física en la partícula.
- La principal ventaja de la DAF es que además de eliminar los sólidos en suspensión se puede eliminar parte de la materia coloidal presente en las aguas.
- La unión de dichas burbujas a la partícula reduce su densidad dando por resultado una creciente flotabilidad, produciéndose la ascensión de dichos agregados a la superficie, formándose espumas.
- La eficiencia óptima del sistema es buena, pero depende de diversos factores que deben ser monitorizados y controlados: pH, caudal, tamaño de las burbujas de aire, consistencia de las aguas, dosificación de floculantes, etc.

3.3.4. Diagrama del proceso de tratamiento biológico.

El objetivo del tratamiento de las aguas residuales es mejorar su calidad para cumplir con las normas de calidad del cuerpo receptor.

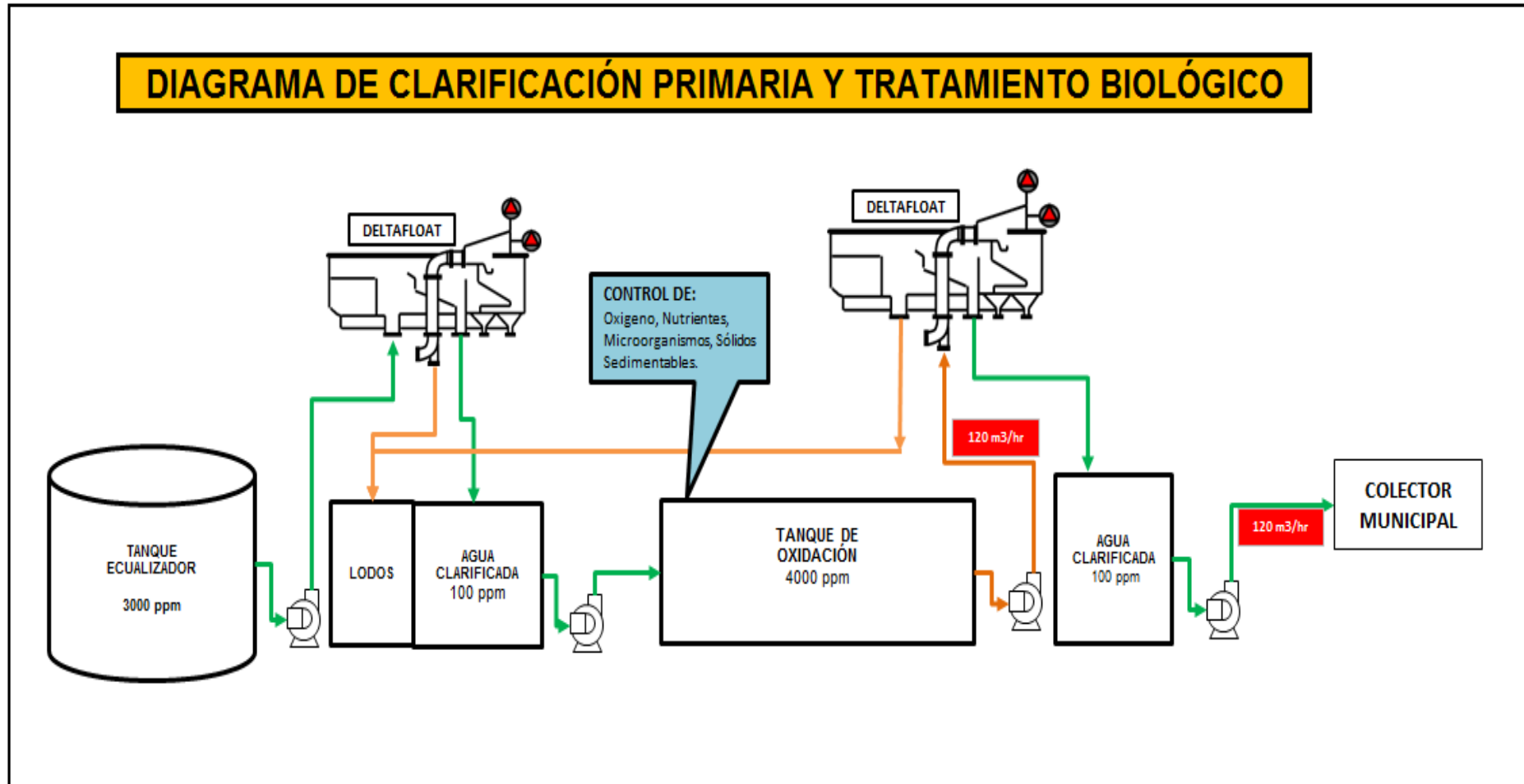
Luego que el agua es reutilizada en los procesos; siempre hay un excedente que debe ir como efluente y ser vertido al alcantarillado. Cuanto más se cierran los circuitos las aguas tienden a contaminarse. Por ello, hay que realizar un Tratamiento Secundario Biológico donde con la ayuda de los microorganismos reducimos el valor de DBO_5 y el DQO a valores que se cumpla con las normas legales y recién allí poder evacuar los efluentes a la red del alcantarillado.

En el tratamiento biológico se tiene una eficiencia de remoción del DBO_5 mayor a 80%.

En las muestras compuestas se determinará como mínimo los siguientes parámetros:

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) 5 días y 20°C;
- Demanda química de oxígeno (DQO);
- Sólidos sedimentables.

Figura n.º 3-9. Diagrama de Clarificación Primaria y Tratamiento Biológico.



Fuente: Propia.

3.3.5 Descripción del proceso de tratamiento biológico.

A continuación paso a explicar el funcionamiento de la planta de Tratamiento Biológico; se cuenta con los siguientes equipos que van a permitir realizar el tratamiento y lograr los valores estables. (Colladera, 2013)

- Un equipo Deltafloat.
- Reactor de lodos activados.
- Compresor; generador de oxígeno.
- Unidad dosificadora de polímero.
- Medidor de oxígeno.

Las aguas que han sido reutilizadas en el Proceso de Fabricación del Papel Tissue llegan al tanque ecualizador y es clarificada o procesada en un tratamiento primario donde se retiran las fibras del sistema y luego son enviadas al tanque reactor o de oxidación de aguas residuales en el cual se inyecta aire en micro burbujas para una buena homogenización manteniéndose la alimentación constante bajo agitación (Pre oxidación) y se promueve el crecimiento aerobio; en condiciones óptimas formará un gel polisacárido que aglomera los microorganismos en flocs microbianos (lodo activado). Para el funcionamiento óptimo el pH debe estar entre 7 y 8.

Luego el agua pasará al tanque de oxidación donde se encuentran las bacterias y oxígeno ingresado mediante sopladores; en este lugar se debe dosificar y alimentar nutrientes como sales de Fosforo y Nitrógeno necesarias para la vida de los microbios presentes en el tanque de oxidación.

En este punto los microorganismos ya atacaron el material orgánico produciendo biomasa y dióxido de carbono descontaminando el agua residual.

Después del tanque de oxidación el agua pasará al Deltafloat donde una parte del lodo activado se sedimenta y recircula al tanque de oxidación de sólidos necesarios para una buena depuración y mantener las bacterias necesarias. La otra parte de los lodos sale por la zona superior del clarificador por flotación y será enviado a las prensas de los lodos.

El agua que se obtendrá como aceptado en el clarificador ya estará libre de material orgánico y se enviará a la red de alcantarillado con valores muy bajos de DBO y DQO cumpliendo con los valores de límites permisibles.

Se debe tener mucho cuidado con los parámetros de operación del sistema por que ante variaciones bruscas de parámetros pueden afectar a las bacterias.

Figura n.º 3-10. Pantalla de Operación de dosificación de los Químicos.



Fuente: Protisa.

Tabla n.º 3-1. Parámetros de Operación en el Reactor Biológico.

PARAMETROS DE OPERACIÓN	
Oxígeno Disuelto	1.5 - 2.0 mg/l
Ph	7.0 - 8.0
Temperatura	25 - 38 °C
DBO5	< 500 ppm
DQO	< 1000 ppm
Macronutrientes: N y P	Relación de 5:1
Cono Imhoff	400 - 700 ml

Fuente: Manual de OMC.

Ph: Con valores de pH menores de 5 y superiores a 9.5 se alteran las proteínas de las células bacterianas pudiendo producirse su muerte. Los cambios bruscos de pH alteran la respiración de la biomasa.

Temperatura: La velocidad de reproducción de los microorganismos está estrictamente conectada a la temperatura. La actividad biológica se mantiene, con distintos rendimientos entre 4 y 40°C.

Oxígeno disuelto: Condición fundamental para la depuración aerobia con $O_2 > 1$ ppm la velocidad de respiración de las bacterias continua regularmente. Para los procesos de nitrificación se necesitan 2 ppm altos niveles de O_2 son un desperdicio y elevan los costos.

Figura n.º 3-11. Equipo medidor de Oxígeno del tanque reactor.



Fuente: Propia.

3.4 Actividades realizadas.

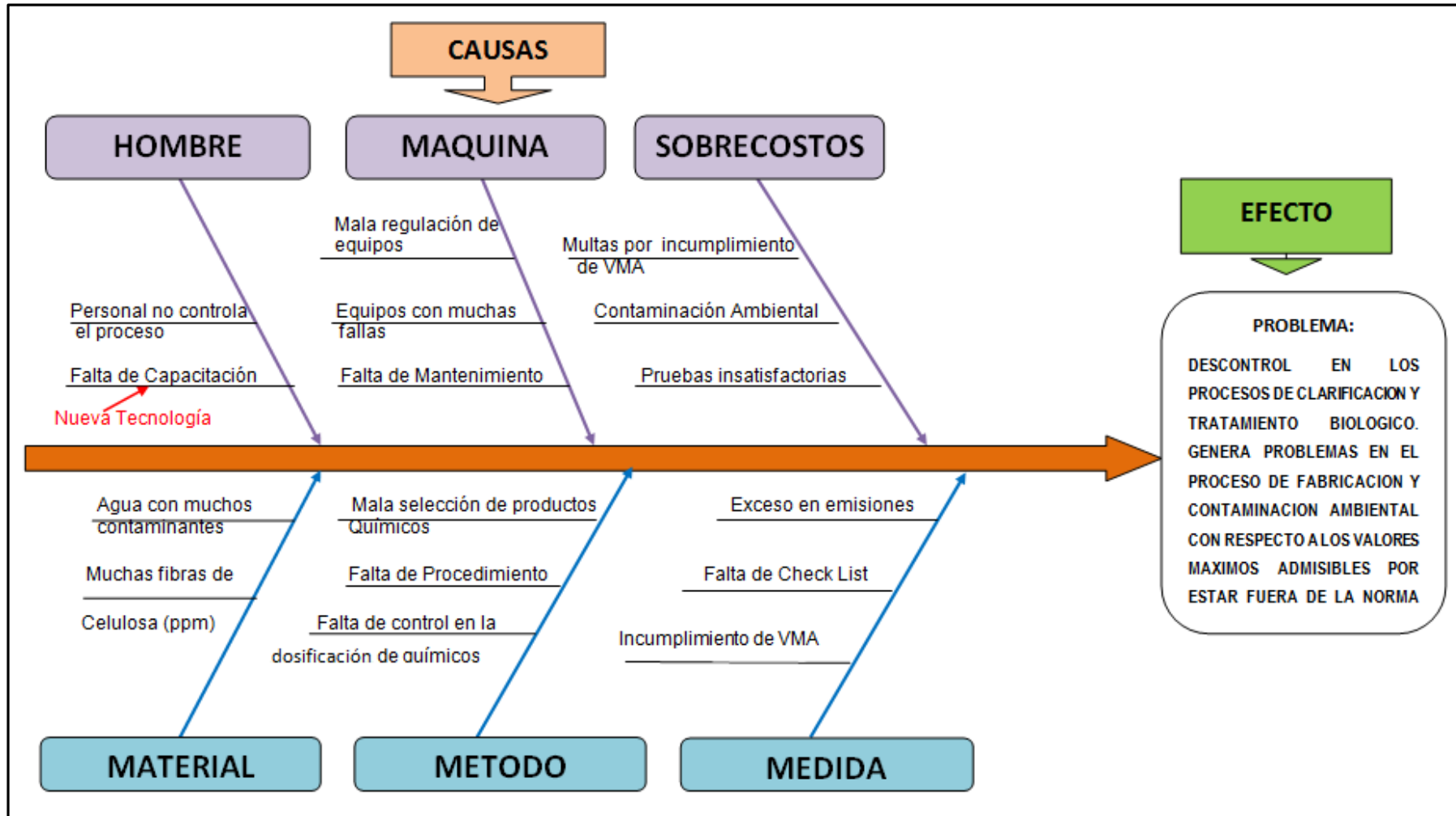
Una vez estudiado y tener pleno conocimiento del problema y riesgo que teníamos en la Clarificación Primaria y Tratamiento Biológico; se procedió a utilizar las herramientas que nos ayudaran a planificar y realizar nuestro plan de mejora para dar solución a nuestro problema.

3.4.1. Planteamiento del problema en base a la herramienta de ISHIKAWA:

Para trabajar con mayor certeza y seguridad de las causas que originaban el problema que fue localizado en el área de Clarificación; exactamente en la Clarificación Primaria y el Tratamiento Biológico; se hace uso de una poderosa herramienta de análisis como es el ISHIKAWA que es muy efectiva y valiosa para resolver todo tipo de problemas.

Esta herramienta nos permitió analizar el problema desde todos los frentes como es basándonos en las cinco M. Esto nos generaría un plan de acción; que se tenía que cumplir para solucionar el problema.

Figura n.º 3-12. Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Propia.

Figura n.º 3-13. Plan de acción resultante del Ishikawa.

PLAN DE ACCION		
CAUSA	EFECTO	POSIBLES SOLUCIONES
Falta de capacitación	DESCONTROL EN LOS PROCESOS DE CLARIFICACION Y TRATAMIENTO BIOLÓGICO	Programar capacitación en manejo de Clarificación y aguas residuales.
Personal no controla el proceso		Capacitar al personal e implementar Check list.
Mala regulación de equipos		Capacitar al personal en la regulación de equipos y revisión del manual.
Falta de mantenimiento		Realizar programa de Mantenimiento para cada equipo del área.
Agua con muchos contaminantes		Controlar el proceso de Clarificación Primaria.
Muchas fibras de celulosa		Controlar el proceso de Clarificación Primaria.
Mala selección de productos químicos		Control y pruebas en laboratorio para tomar decisiones rápidas en el proceso.
Falta de procedimiento		Realizar procedimiento para operación de la planta de Clarificación.
Falta de control en la dosificación de químicos		Implementar formato de control de productos químicos.
Falta de check list		Implementar check list.
Incumplimiento de LMP		Realizar controles de variables; según check list.
Multas por incumplimiento de LMP		Mantener control de las variables del proceso.
Contaminación ambiental		Mantener control de las variables del proceso; para evitar la contaminación.
Pruebas insatisfactorias		Selección adecuada de los productos químicos.

Fuente: Propia.

3.4.2 Mejora planteada del análisis de Ishikawa.

Del análisis realizado en base a la herramienta de **ISHIKAWA**; esta manera de realizar el análisis es muy efectivo por que se analiza tanto a la Maquina, Mano de obra así como el entorno o Medio Ambiente sin dejar opción a podernos equivocar. Se creó un plan de acción; en donde se evidencia que debe:

- Realizar una capacitación de operación de la planta de Clarificación a los operadores; ya que esta planta es relativamente nueva en la empresa.
- Implementar Formatos de Control y Operación. (check list). Debido a que la planta no tiene mucho tiempo; no se controlaba bien los parámetros de operación y la dosificación de los productos químicos no tenía mucha importancia. Luego de haber realizado el análisis se determina que tan importante es en el proceso tener controlado el sistema.
- Control y análisis del agua aceptada en base a la cantidad de ppm.
- Realizar Procedimiento de Operación.

3.4.3 Medición y Control de los ppm en el agua clarificada.

La medición y control de la cantidad de ppm en el agua es muy importante analizarla y controlarla; se debe hacer el análisis antes y después de clarificarla. Para el caso del agua clarificada se debe tener como máximo 120 ppm porque si supera ese límite pues, se tendría problemas en el Tratamiento Secundario ya que llegaría con muchas fibras y aumentaría la cantidad de finos en el reactor siendo inestable el proceso biológico. En la maquina también traería problemas porque mediante el agua de reutilización que va a los procesos y a las vestimentas estas se obstruirían ocasionando que el papel tenga menos secado y contaminantes; tapándose las regaderas. Por ello, se debe controlar la cantidad de ppm en el agua clarificada una vez por turno.

Procedimiento: Para realizar esta prueba se utiliza filtros a base de celulosa y viene en cajas de 100 unidades.

- Se pesa el filtro en la balanza electrónica. Este peso es considerado como el peso inicial y que debemos apuntar para la operación de cálculo final.
- Luego, el filtro se coloca en el Kitasato (matraz de laboratorio).
- Se agrega 25 ml de la muestra a analizar en una probeta y se vierte en el kitasato encima del papel filtro.
- Se prende la bomba de vacío para succionar el líquido; quedándose los finos en el filtro.
- Colocar el filtro húmedo en la estufa por un tiempo de 01 hora a 150°C
- Luego pesar en la balanza electrónica el filtro seco hasta peso constante.
- Se aplica y realiza la operación matemática

DATOS:

1 ppm = mg/l
 Base = 1000000
 Muestra = 25 ml

Peso Final - Peso Inicial x 1000000 = ppm
 Peso Final - Peso Inicial x 1000000/25 = ppm
 Peso Final - Peso Inicial x 40000 = ppm

Ejemplo:

Peso Final - Peso Inicial x Factor = ppm
 0.083 - 0.081 x 40000 = 80 ppm

Figura n.º 3-14. Determinación de los ppm.



Fuente: Propia.

3.4.4 Tabla consolidada del control de la clarificación primaria.

Tabla n.º 3-2. Control de la Clarificación primaria.

CONTROL DE LA CLARIFICACION PRIMARIA								
Fecha	DOSIFICACION DE QUIMICOS					SOLIDOS		
	Flujo de Coagulante (ml/min)	ppm Coagulante (mg/l)	Flujo de Polimero (l/min)	Concetración de Polimero (%)	ppm Polimero (mg/l)	ppm de Ingreso	ppm	% Eficiencia
01-oct	120	21	35	0,06	3,6	1 400	70	95
02-oct	120	21	36	0,06	3,7	1 500	70	95
03-oct	120	21	36	0,06	3,7	1 800	80	96
04-oct	120	21	36	0,06	3,7	2 000	80	96
05-oct	120	21	35	0,06	3,6	1 900	70	95
06-oct	120	21	35	0,06	3,6	2 600	60	98
07-oct	120	21	36	0,06	3,7	1 800	60	97
08-oct	45	8	36	0,06	3,7	2 400	70	97
09-oct	45	8	37	0,06	3,8	2 300	70	97
10-oct	40	7	37	0,06	3,8	1 700	60	96
11-oct	40	7	35	0,06	3,6	1 000	60	96
12-oct	45	8	35	0,06	3,6	1 400	80	94
13-oct	53	9	35	0,06	3,6	1 000	70	96
14-oct	67	11	37	0,06	3,8	900	80	95
15-oct	60	10	37	0,06	3,8	1 500	80	96
16-oct	60	10	37	0,06	3,8	1 300	80	96
17-oct	120	21	35	0,06	3,6	2 300	70	96
18-oct	120	21	37	0,06	3,8	2 500	60	98
19-oct	120	21	37	0,06	3,8	2 800	80	97
20-oct	120	21	38	0,06	3,9	1 400	60	96
21-oct	160	27	36	0,06	3,7	2 450	70	96
22-oct	160	27	36	0,06	3,7	3 000	80	97
23-oct	170	29	37	0,06	3,8	1 900	80	96
24-oct	170	29	36	0,06	3,7	1 600	80	95
25-oct	170	29	36	0,06	3,7	1 500	90	93
26-oct	170	29	36	0,06	3,7	900	60	93
27-oct	150	26	35	0,06	3,6	1 400	70	94
28-oct	150	26	35	0,06	3,6	1 500	80	93
29-oct	140	24	37	0,06	3,8	1 500	80	95
30-oct	140	24	36	0,06	3,7	1 000	60	94
31-oct	140	24	36	0,06	3,7	1 000	60	94

Fuente: Propia.

3.4.5 Control en el tratamiento secundario.

Mediante Decreto Supremo N°021-2009-Vivienda se dictó la norma que regula los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales y que nos obligaba a realizar distintas actividades con el fin de controlar el proceso; llegando respaldado a los parámetros que pide SEDAPAL.

Figura n.º 3-15. Valores Máximos Admisibles en las aguas residuales.

DECRETO SUPREMO N° 021-2009-VIVIENDA: VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO			
ANEXO N° 01			
PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspendedos Totales (S.S.T)	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	A y G	100

Art. 1° Finalidad, Ámbito y Obligatoriedad de La Norma
 La presente norma regula mediante Valores Máximos Admisibles (VMA) las descargas de aguas residuales No domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. Los VMA, son aplicables en el ámbito nacional y son de obligatorio cumplimiento para todos los usuarios que efectúen descargas de aguas residuales No domésticas en el alcantarillado sanitario; su cumplimiento es exigible por las entidades prestadoras de servicios de saneamiento (SEDAPAL).

Fuente: Sedapal

Para poder estar seguro y que se cumplan los valores a controlar se implementó un Check list de control donde se debe chequear y apuntar los valores del proceso una vez por turno. Además de realizar las pruebas y análisis correspondientes; para solucionar los problemas en caso algún parámetro este fuera de control. Controlando y siendo riguroso en el día a día no se debería tener problemas en el proceso; por consiguiente estaríamos cumpliendo con los Valores Máximos Admisibles.

Tabla n.º 3-3. Formato de Control de la Planta de Tratamiento Biológico.

FABRICACIÓN - PROTEA PERU						
FORMATO DE CONTROL PTAR						
Fecha	30 - 10 - 16					
Turno	Ter Turno		2do Turno		3er Turno	
Operador	Oscar		Cesar Ramirez			
Hora	08:00	12:00	16:00	20:00	00:00	04:00
TRATAMIENTO PRIMARIO						
Nivel TR301 (%)	63	66	63	67%	51%	66%
Presión BB 307 (bar)	1.3	1.3	1.3	1.3BAR	1.3BAR	1.3BAR
Nivel TR306 (%)	96	94	92	94%	93%	92%
Presión BB 308A (bar)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Presión BB 308B (bar)	1.3	1.3	1.3	1.3BAR	1.3BAR	1.3BAR
Presión BB 308C (bar)	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S
Presión BB 308D (bar)	2.5	2.5	2.5	2.5BAR	2.5BAR	2.5BAR
Presión BB 308A (bar)	4	4	4	4BAR	4BAR	4BAR
Presión BB 308B (bar)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Presión válvula contragráfica (bar)	-	-	-	-	-	-
Concentración polímero % UPP K4	0.07	0.07	0.07	0.07%	0.07%	0.07%
BB dosificadora 01 ON OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB dosificadora 02 ON OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
TRATAMIENTO SECUNDARIO						
Nivel TR reactor biológico (%)	94	94	96	96%	93%	89%
Presión TR ASR (bar)	5.3	5.5	5.7	5.5BAR	5.5BAR	5.5BAR
Flujo aire legada ASR (litros/m)	20	20	20	20	20	20
BB PSA ON OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB PSB ON OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB PSC ON OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB PSD ON OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB PSE ON OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Nivel TR preparador Urrea-floculato (%)	-	-	-	-	-	-
Flujo Sólidos (m ³ /min)	50	50	50	50	50	50
BB dosificadora 01 ON OFF	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S
BB dosificadora 02 ON OFF	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S
Concentración polímero % UPP	0.30	0.30	0.30	0.30%	0.30%	0.30%
BB dosificadora 03 ON OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB dosificadora 04 ON OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Flujo BB dosificadora 03	36	36	36	36	36	36
Flujo BB dosificadora 04	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Cantidad antiaglutinante (ml)	30	30	30	30	30	30
Purgas de lodo (min/m ³)	3/15	2/15	3/15	3/15	3/15	3/15
Flujo de ingreso a Clarificador (m ³ /h)	171	171	171	173	173	173
ANÁLISIS EN EL REACTOR						
Alura como (mmol/l)	490-590	800	800	800	800	800
Oxígeno (ppm)	1.8-3.8	2.50	2.63	2.54	2.54	2.54
SST(Sólidos Suspensivos Totales) (ppm)	2000-2000	2200	2200	2200	2200	2200
Sólidos volátiles (ppm)	20% SST	-	-	-	-	-
PH	8.8-8.8	7.58	7.50	7.42	7.42	7.42
Temperatura (°C)	28-30	36.5	36.9	35.50	35.50	35.50
ANÁLISIS EN EL ACEPTADO DEL REACTOR						
SSG (ppm)	<1.808					
SSC (ppm)	<500					
Sólidos sedimentables (ml)	<0.5	2	2.5	0.5	0.5	0.5
Temperatura (°C)	<35					
OBSERVACIONES (variaciones PH, lavado excesivas en BPA, falta de equilibrio etc.)						

Fuente: Propia.

3.4.6 Análisis de la demanda química de oxígeno (DQO).

La Demanda Química de Oxígeno es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en dióxido de carbono y agua. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno di atómico por litro (mgO_2/l).

La DQO permite, por su relación con la DBO_5 , una estimación rápida de la degradabilidad del agua residual.

Este análisis se realiza en nuestro laboratorio; y se cuenta con el material e instrumentación a usar. Cada 15 días se envía a realizar el análisis a un laboratorio externo y certificado para comparar nuestros valores.

Procedimiento:

- Para realizar el análisis primero tenemos que tener una caja de viales que sirven para hacer el Test por el Método Photometrico; vienen 25 unidades y tienen una solución de ácido sulfúrico, mercurio. Viene preparada para realizar la prueba
- Lo primero que debemos hacer es tener una muestra patrón; es decir hallar el blanco o cero. Para ello, se agarra un vial de la caja nueva y se le agrega con una jeringa 2 ml de agua blanda; se agita para mezclar uniformemente.
- Se coloca el vial en la estufa por un tiempo de 120 minutos a $150\text{ }^\circ\text{C}$ y luego enfriar por 20 minutos.
- Una vez frio el vial se coloca en el Colorímetro HACH DR 2700 y nos da como resultado cero; este es nuestro blanco con valor cero.

Figura n.º 3-16. Pasos a seguir para analizar el DQO.



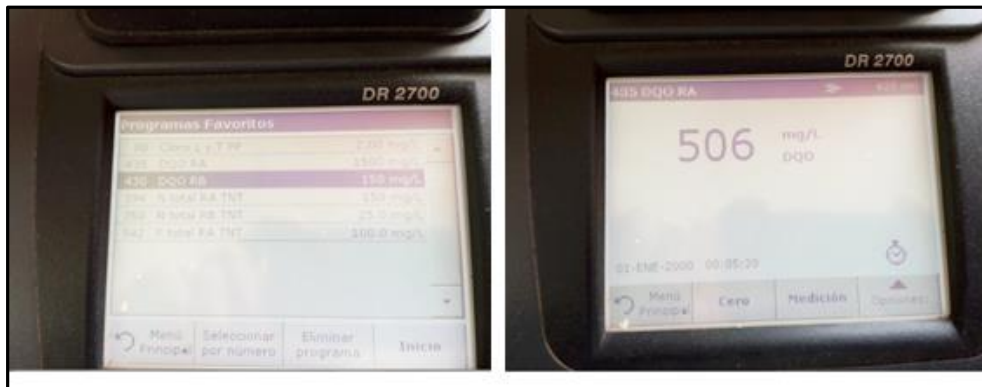
Fuente: Protisa.

- Luego, para analizar la muestra del proceso que requiera hacerse el análisis; se sigue el mismo procedimiento que se hizo para encontrar la muestra patrón; hasta que se terminen los 25 viales de la caja empleada. Se necesita encontrar una nueva muestra patrón; cada vez que empezamos a usar una caja de viales diferente.
- Para analizar la prueba al proceso; se toma un vial y con una jeringa se agrega 2 ml del agua del proceso que se quiere analizar; se agita para mezclar y se coloca en la estufa por 120 minutos a 150 °C. Luego se deja enfriar por 20 minutos.
- Luego, se coloca en el Colorímetro HACH DR 2700 primero la muestra patrón que debe dar valor cero de DQO y luego colocamos la muestra objeto del análisis que debe salir un valor diferente de cero; según sea la muestra analizar y del punto del proceso.
- Para analizar los diferentes puntos de la planta se debe utilizar el vial indicado por que existen de diferente rango y se pueden usar según sea el caso en la Clarificación Primaria o en el Tratamiento Biológico.

Rango bajo: de 0 a 150 mg/l

Rango alto: de 0 a 1500 mg/l

Figura n.º 3-17. Lectura del DQO en el Colorímetro HACH DR 2700.



Fuente: Propia.

3.4.7 Análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaerobias facultativas: Pseudomonas, Escherichia, Aerobacter, Bacillus), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. La DBO₅ se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno di atómico por litro (mgO₂/l). Como el proceso de descomposición varía según la temperatura, este análisis se debe realizar en forma estándar durante cinco días a 20 °C.

El dato de DBO que se suele dar es la DBO_5 o la DBO a los 5 días. La DBO se puede medir en cualquier momento, a la hora, al primer día o al séptimo, valor que preferían los alemanes hace algún tiempo. Sin embargo se ha estandarizado la medición a 5 días. **¿Por qué se ha tomado 5 días?** Porque es el tiempo medio que los ríos británicos tardan en llegar al mar. Ellos decidieron que era el valor que les interesaba medir para ver la contaminación biológica que de sus ríos llegaba al mar. El valor de DBO varía si es a la hora o al día.

Con el fin de poder actuar sobre el agua que se está procesando; no tiene sentido una medida que necesita 5 días para ser analizada. Tiene mucho más sentido una medida instantánea, como la DQO cuyos resultados se pueden obtener en menos de 3 horas.

Para no esperar los cinco días que demora el análisis de la demanda bioquímica de oxígeno y que podría ser muy tarde para actuar y resolver los problemas en los circuitos de Clarificación; existe una relación entre la DQO y la DBO; que en nuestro caso la aplicamos para llevar nuestro control. Los resultados del DBO_5 en nuestro caso estará basada en esta relación.

3.4.8 Relación entre DQO y DBO.

La diferencia principal entre la DBO y la DQO es que la DQO engloba la DBO, es decir, la DBO es parte de la DQO. Por tanto, la DQO siempre ha de ser mayor que la DBO debido a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente. La diferencia es que los miligramos de oxígeno se refieren, en el caso de la DBO, a los requeridos para la degradación biológica de la materia orgánica; mientras que en el caso de la DQO representan los necesarios para la degradación química de la materia orgánica.

La relación entre la DBO_5 y la DQO nos da una idea del nivel de contaminación de las aguas.

- Si la relación $DBO_5/DQO < 0,2$ entonces hablamos de efluentes de naturaleza industrial, poco biodegradables y son convenientes los tratamientos físico-químicos.
- Si la relación $DBO_5/DQO > 0,5$ entonces hablamos de efluentes de naturaleza urbana, o clasificables como urbanos y tanto más biodegradables, conforme la relación sea mayor. Estas aguas residuales, puede ser tratadas mediante tratamientos biológicos.

Cuanto mayor es la DQO más contaminante es la muestra.

Cuanto mayor sea la contaminación, mayor será la DBO.

3.4.9 Tabla consolidada del control del tratamiento biológico.

Tabla n.º 3-4. Consolidado del mes de octubre de la planta de Tratamiento Biológico.

ALIMENTACION (TQ-308)	Rango	01-oct	03-oct	04-oct	05-oct	06-oct	07-oct	08-oct	10-oct	11-oct	12-oct	13-oct	14-oct	15-oct	17-oct	18-oct	19-oct	20-oct	21-oct	22-oct	24-oct	25-oct	26-oct	27-oct	28-oct	29-oct	31-oct
Solidos Suspendidos Totales	Ingreso	1 600	1 800	1 600	1 800	2 700	2 500	2 900	2 200	1 100	1 400	1 000	900	1 400	2 200	1 600	2 100	2 500	1 800	2 700	1 700	1 500	700	1 400	1 400	1 300	1 400
Solidos Suspendidos Totales	< 80 ppm out	80	80	75	100	60	60	100	80	40	60	40	60	120	120	100	80	60	60	60	60	75	50	80	100	80	50
Eficiencia Clarificacion	%	95%	96%	95%	94%	98%	98%	97%	96%	96%	96%	96%	93%	91%	95%	94%	96%	98%	97%	98%	96%	95%	93%	94%	93%	94%	96%
Temperatura	30 - 40 °C	34	34	34	32	32	32	34	32	34	34	34	32	34	35	34	34	35	35	35	35	34	34	33	33	33	34
DQO sin filtrar	< 4000 ppm	2 256	2 480	2 520	2 268	2 360	2 100	2 660	2 804	2 760	3 260	2 540	3 000	2 860	2 820	2 960	2 750	2 600	2 610	2 790	2 800	2 720	2 680	2 420	2 280	2 260	2 440
Flujo Nalco 7174 (STIMULUS)	ml/min	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
REACTOR	Rango																										
pH		7,25	7,38	7,48	7,49	7,6	7,43	7,47	7,26	7,39	7,41	7,46	7,02	7,09	7,28	7,02	7,11	7,02	7,23	7,45	7,59	7,45	7,07	7,58	7,61	7,63	7,61
Solidos Suspendidos Totales	4000 - 5000 ppm	3 800	4 500	4 100	4 400	4 300	4 200	4 200	3 600	4 000	3 700	3 900	3 500	3 400	3 200	3 000	3 600	3 000	2 800	2 800	2 900	3 200	3 400	3 400	3 000	2 800	3 000
Temperatura	30 - 40 °C	37	38	39	38	38	37	37	37	38	38	38	37	38	38	38	38	38	39	39	39	39	38	37	37	37	37
Nivel PTAR	%	85%	92%	92%	93%	91%	92%	91%	93%	89%	94%	92%	94%	91%	96%	96%	96%	96%	97%	93%	96%	98%	98%	98%	98%	97%	95%
Oxigeno Disuelto	1.5 - 2.5 ppm	1,78	1,44	1,62	1,88	2,78	2,48	2,2	2,34	2,33	1,99	2,32	3,11	2,52	2,63	2,41	2,62	2,32	2,61	2,71	2,58	2,43	2,48	2,58	2,56	3,31	2,89
Solidos Sedimentables (Cono)	ml/l/hr	900	950	950	950	950	950	950	850	900	900	950	900	900	900	900	900	900	900	900	900	950	950	950	900	900	900
Nitrogeno	1 - 2 ppm	1,8	1,6	1,8	1,9	1,5	1,6	1,4	1,8	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2	2,1	1,8	1,7	1,6	1,8	1,9
Fosforo	1 - 2 ppm	1,6	1,5	1,5	1,8	1,2	1,3	1,2	1,6	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,6	1,9	2,1	1,4	1,3	1,4	1,4	1,3
CLARIFICADOR DELTAFLOAT	Rango																										
Solidos Suspendidos Totales	< 80 ppm	40	40	50	60	60	60	60	80	60	60	40	40	60	50	50	80	60	75	60	75	60	75	60	80	50	50
Temperatura	< 35°C	33	33	33	34	35	34	35	35	35	34	34	34	33	33	35	34	34	34	33	34	33	33	34	34	35	35
Solidos Sedimentables (Cono)	< 8.5 ml/l/hr	0,2	0,3	0,2	2,5	0,5	1,5	1,5	3,3	1,8	2,2	0,2	0,3	1,5	0,5	0,6	2,2	0,5	1,3	1,4	3,5	0,3	3,4	0,8	1,7	0,6	1,2
Flujo a tratar (m3/h)		120	130	130	125	120	140	140	130	120	120	120	120	120	120	120	120	120	125	115	120	130	160	140	175	130	140
DQO sin filtrar ingreso	<4000 ppm	2 256	2 480	2 520	2 268	2 360	2 100	2 660	2 804	2 760	3 260	2 540	3 000	2 860	2 820	2 960	2 750	2 600	2 610	2 790	2 800	2 720	2 680	2 420	2 280	2 260	2 440
DQO sin filtrar	< 1000 ppm	444	569	541	547	490	440	550	840	650	780	680	600	780	720	710	890	580	520	660	780	620	640	540	720	520	680
% Reduccion DQO		80%	77%	79%	76%	79%	79%	79%	70%	76%	76%	73%	80%	73%	74%	76%	68%	78%	80%	76%	72%	77%	76%	78%	68%	77%	72%

Fuente: Protisa.

3.4.10 Control de los microorganismos en la planta de tratamiento biológico

El control de los microorganismos o bacterias en el reactor biológico es fundamental; para ver la cantidad de bacterias buenas o malas que tenemos y que nos van ayudar en nuestro objetivo de eliminar el material orgánico para tener un DBO y DQO aceptable. Para poder observar las bacterias usamos un Microscopio.

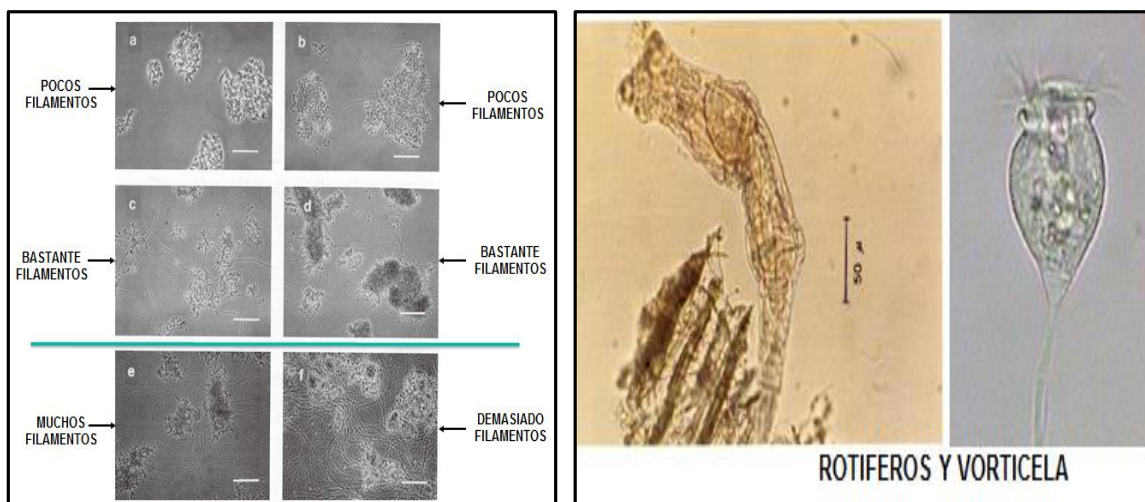
Las bacterias perjudiciales al sistema son las filamentosas porque se tejen y se posicionan encima del agua del reactor formando una manta; no dejando pasar mucho oxígeno y como sabemos; en el reactor se necesita aire para la actividad de los microorganismos.

Figura n.º 3-18. Conteo de bacterias en el Microscopio.



Fuente: Protisa.

Figura n.º 3-19. Bacterias observadas en el Microscopio.



Fuente: Protisa.

Tabla n.º 3-5. Tabla de observación de microorganismos en el reactor biológico.

	Rango		01-oct	03-oct	04-oct	05-oct	06-oct	07-oct	08-oct	10-oct	11-oct	12-oct	13-oct	14-oct	15-oct	17-oct	18-oct	19-oct	20-oct	21-oct	22-oct	24-oct	25-oct	26-oct	27-oct	28-oct	29-oct	31-oct
Microscopio	Presencia Protozoos Fijos	0 a 3 (0=nada, 3=Abundante)	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Microscopio	Presencia Protozoos Móviles	0 a 3 (0=nada, 3=Abundante)	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Microscopio	Presencia Filamentosas	0 a 6 (0=nada 6=excesivo)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Microscopio	Presencia Metazoos	0 a 3 (0=nada, 3=Abundante)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Protisa.

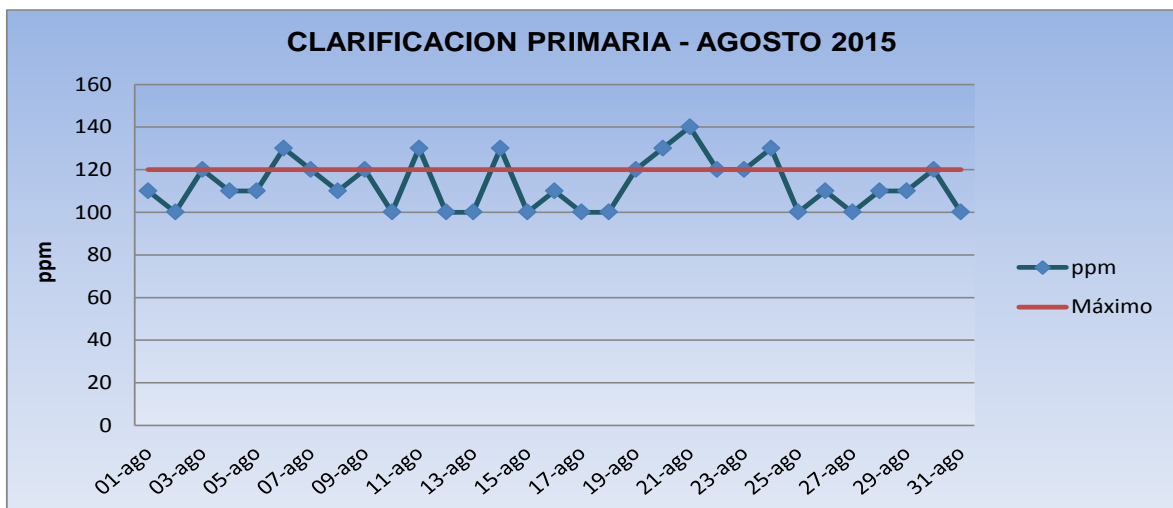
CAPÍTULO 4 RESULTADOS

Los controles que se realizan en el proceso de la Clarificación Primaria es para evitar los problemas que podrían presentarse en maquina; durante la fabricación del papel tissue. Estos problemas pueden ser:

- Taponamiento de las regaderas de limpieza de la tela formadora de la hoja.
- Mal acondicionamiento del paño; por arrastre de fibras.

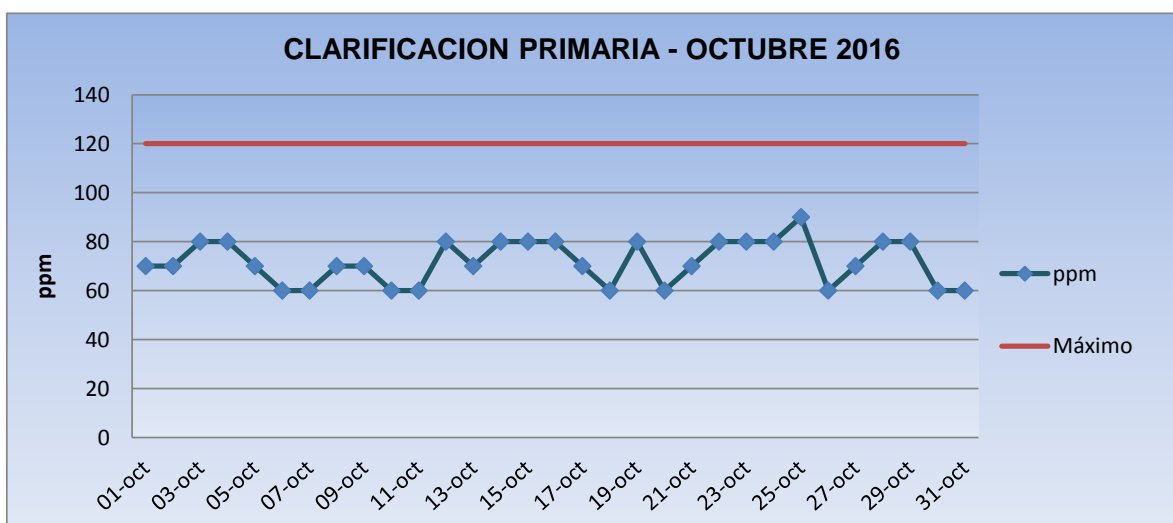
4.1 Gráficos de control de ppm de la clarificación primaria.

Figura n.º 4-1. Gráfico del Control de ppm antes de la mejora en la Clarificación Primaria.



Fuente: Protisa.

Figura n.º 4-2. Gráfico del Control de ppm después de la mejora en la Clarificación Primaria.



Fuente: Protisa.

Tabla n.º 4-1. Costo de la Clarificación Primaria por químicos antes de la mejora.

COSTO DE LA CLARIFICACION PRIMARIA ANTES DE MEJORA			
	UNIDAD	COAGULANTE	POLIMERO
PRECIO	\$/kg	1,1	4,65
MEDIDA	kg/h	7,98	2,92
VOLUMEN A TRATAR	m ³ /h	350,00	350,00
COSTOS	\$/m ³	0,03	0,04
	\$/hr	22,34	
	\$/día	536,17	
	\$/mes	16 085,16	

Fuente: Propia.

Tabla n.º 4-2. Costo de la Clarificación Primaria por químicos después de la mejora.

COSTO DE LA CLARIFICACION PRIMARIA DESPUES DE MEJORA			
	UNIDAD	COAGULANTE	POLIMERO
PRECIO	\$/kg	1,10	4,65
MEDIDA	kg/h	6,76	2,08
VOLUMEN A TRATAR	m ³ /h	350,00	350,00
COSTOS	\$/m ³	0,02	0,03
	\$/hr	17,13	
	\$/día	411,08	
	\$/mes	12 332,50	

Fuente: Propia.

4.2 Controles en la planta de tratamiento biológico.

La planta de Tratamiento Biológico debe cumplir con ciertos parámetros para estar en la norma de Valores Máximos Admisibles y producto del trabajo de control que se implementó; evitamos que se generen multas o advertencias; como la carta de notificación que Sedapal nos envió en su muestreo inopinado que nos realizó a la salida del efluente.

Figura n.º 4-3. Rangos para el cálculo de pago de multas por exceso en los parámetros.

METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL PAGO ADICIONAL POR EXCESO DE CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FIJADOS EN EL ANEXO N° 1 DEL D.S. N° 021-2009-VIVIENDA

1. Establecimiento de rangos:

Definición de Rangos de Parámetros

RANGO	PARÁMETROS			
	DBO ₅	DQO	SST	A y G
VMA (mg/L)	500	1000	500	100
Rango 1	500,1- 550	1000,1-1100	500,1-550	100,1-150
Rango 2	550,1- 600	1100,1-1200	550,1-600	150,1-200
Rango 3	600,1-1000	1200,1-2500	600,1- 1000	200,1-450
Rango 4	1000,1- 10 ⁴	2500,1-10 ⁴	1000,1-10 ⁴	450,1-10 ³
Rango 5	> a 10 ⁴	> a 10 ⁴	> a 10 ⁴	> a 10 ³

Fuente: Sedapal.

Figura n.º 4-4. Resumen de los rangos para el pago de multas.


2. Establecimiento de límite de pago adicional por cada rango

Definición de Límite de Pago Adicional

RANGO	LÍMITE DE PAGO ADICIONAL
Rango 1	25% del importe facturado por servicio de alcantarillado
Rango 2	75% del importe facturado por el servicio de alcantarillado
Rango 3	100% del importe facturado por el servicio de alcantarillado
Rango 4	10 veces del importe facturado por el servicio de alcantarillado
Rango 5	20 veces del importe facturado por el servicio de alcantarillado

Fuente: Sedapal.


Figura n.º 4-5. Carta de notificación de Sedapal por no cumplir con los Parámetros.



sedapal

Equipo de Evaluación de Calidad de Aguas Residuales

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"



Carta N° 150 -2016-EEC-AR (C)

Lima, 24 de Febrero de 2016

Señores:
PRODUCTOS TISSUE DEL PERU S.A.
Av. Santa Rosa N° 550 Pozo 2 Alt. del Cruce con Pj. Las Avestruces – Urb. Industrial Industrial
Santa Anita.-

Asunto : Notificación Preventiva de Suspensión Temporal de Servicio de Alcantarillado Sanitario.
NIS: 5775774 – NIA: 21145529

Referencia : (a) Carta N° 213-2015-EEC-AR/RUND
(b) Informe de Ensayo N° J-00205876 de fecha 28.12.2015
Acta de Muestreo N° 001815 de fecha 28.12.2015

Nos dirigimos a usted, para hacer de su conocimiento que mediante la carta de la referencia a) se procedió a registrarlo como usuario no doméstico de acuerdo al D.S. N°021-2009-VIVIENDA que aprobaron los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

Con fecha 28.12.2015, nuestro Equipo efectuó el monitoreo inopinado a la descarga de su establecimiento con número de identificación de alcantarillado señalado en el asunto, muestreo que realizó el laboratorio ENVIROLAB acreditado ante el INDECOPI y contratado por SEDAPAL², obteniéndose el Informe de Ensayo N° J-00205876 de la referencia b), cuyo resultado muestra el exceso de concentración del Anexo 2 del D.S. N°021-2009-VIVIENDA, como sigue:

Parámetros	Boro	Sólidos Sedimentables
Unidad	mg/L	mg/L
Valor Normado	4	8.5
Valor Obtenido	6.588	19.7

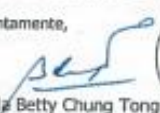
Por ello, en concordancia con el artículo 20.4° del D.S. N°001-2015-VIVIENDA, se le otorga el plazo máximo de sesenta (60) días calendario, contados desde el día siguiente de la notificación de la presente carta, para que implemente las medidas necesarias para cumplir con los VMA o solicite dentro del mismo plazo el otorgamiento de un plazo adicional para dicho fin, siguiendo el procedimiento establecido en los literales del a) a la f) teniendo presente también los literales g) y h) del referido artículo.

Vencido el plazo otorgado, se procederá a la suspensión temporal del servicio de alcantarillado sanitario cuando:

- No haya presentado el informe de ensayo realizado por un laboratorio acreditado ante el INACAL de los parámetros del Anexo 1 (DBO₅, DQO, SST, AyG) y del Anexo 2 del D.S.021-2009-VIVIENDA señalado en el cuadro anterior, que demuestre que se ha adecuado a la norma VMA, acompañado de una descripción del tipo de tratamiento que hubiere implementado para haber obtenido los resultados de análisis del referido Informe de ensayo.
- No haya solicitado oportunamente por escrito un plazo adicional a fin de implementar medidas para cumplir los VMA de acuerdo al procedimiento establecido en la norma.


La documentación requerida, deberá ser dirigida al Equipo Evaluación de Calidad de Aguas Residuales, y presentada en la Oficina de Mesa de Partes de SEDAPAL, Puerta N° 1 La Alarjea, ubicada en Autopista Ramiro Priale N° 210 El Agustino. Cualquier información y/o consulta, sírvase comunicarse a los teléfonos 3173204 o 3173491. Ver notas referenciales de la Norma en el reverso.

Atentamente,



Perla Betty Chung Tong
Jefe Equipo Evaluación de Calidad de Aguas Residuales

Cc. Expediente
yvg/cam




OFICINA PRINCIPAL LA ALARJEA:
Autopista Ramiro Priale 210- El Agustino- Cercado de Lima 3173200
Consultas e Informes : Agujeros 3173200

www.sedapal.com.pe


CENTROS DE SERVICIOS
Calle de Santa Rosa 544- San Juan de Miraflores 3173200

Fuente: Sedapal.

Figura n.º 4-6. Análisis realizado por SGS validando los Valores Máximos Admisibles.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1615139**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA				EFLUENTE PTAR	EFLUENTE PTAR	EFLUENTE PTAR	EFLUENTE PTAR
FECHA DE MUESTREO				25/08/2016 15:00	25/08/2016 15:10	25/08/2016 15:20	25/08/2016 15:30
HORA DE MUESTREO							
CATEGORIA				AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA				AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Físicoquímicos							
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg/L	1			207	
Sólidos Volátiles	EW_APHA2540E	mg/L	1				548 *
Fósforo Total	EW_APHA4500PBE	mg/L	0.004		0.892		
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg/L	0.04			7.31	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	63.0			
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mg/L	3	513			

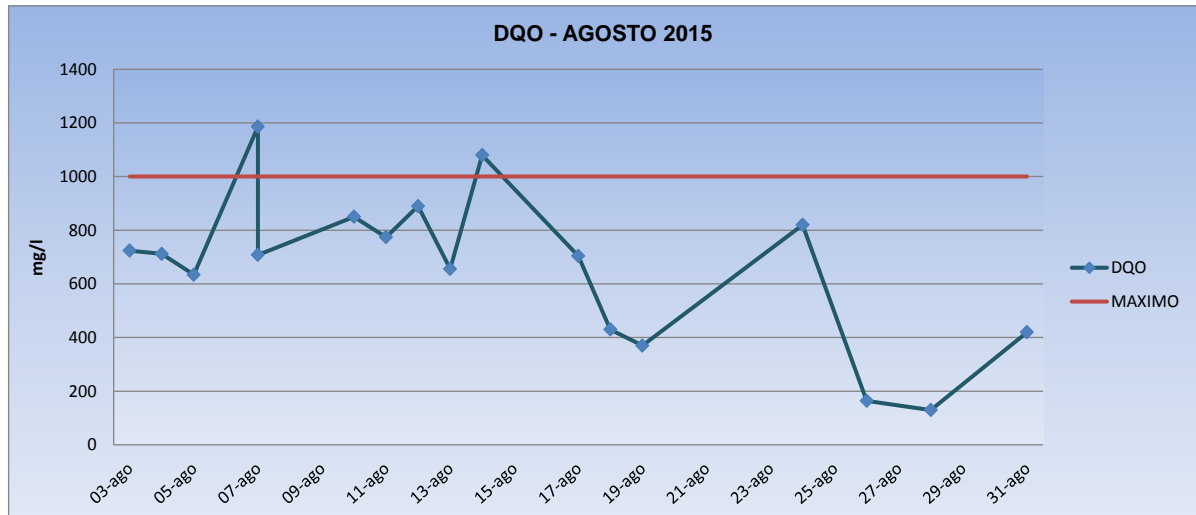
Fuente: SGS del Perú.

4.3 Gráficos de control del tratamiento biológico DQO.

Debido al control implementado y que se realiza diariamente se ha reducido los Valores Máximos Admisibles con respecto al DQO y por consiguiente se tiene valor bajo del DBO₅ indirecto; ya que como sabemos en nuestro caso es 0.5 del DQO. Estos controles permiten tener el proceso controlado y que los valores permanezcan estables y no caer en multas o trámites engorrosos.

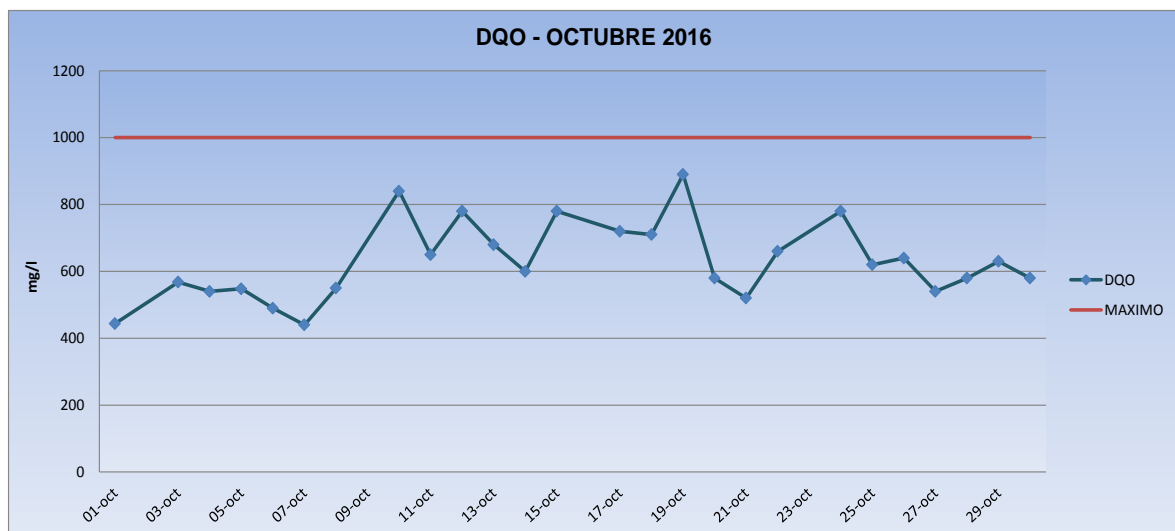
4.3.1 Gráficos de control del DQO.

Figura n.º 4-7. Gráfico del Control de DQO antes de la mejora.



Fuente: Protisa.

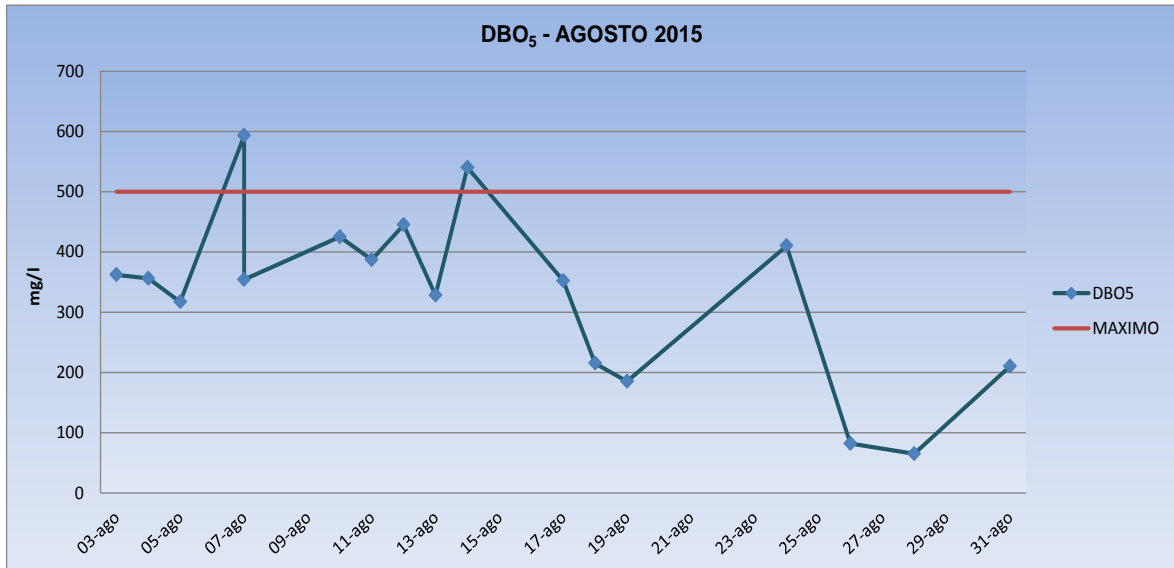
Figura n.º 4-8. Gráfico del Control de DQO después de la mejora.



Fuente: Protisa.

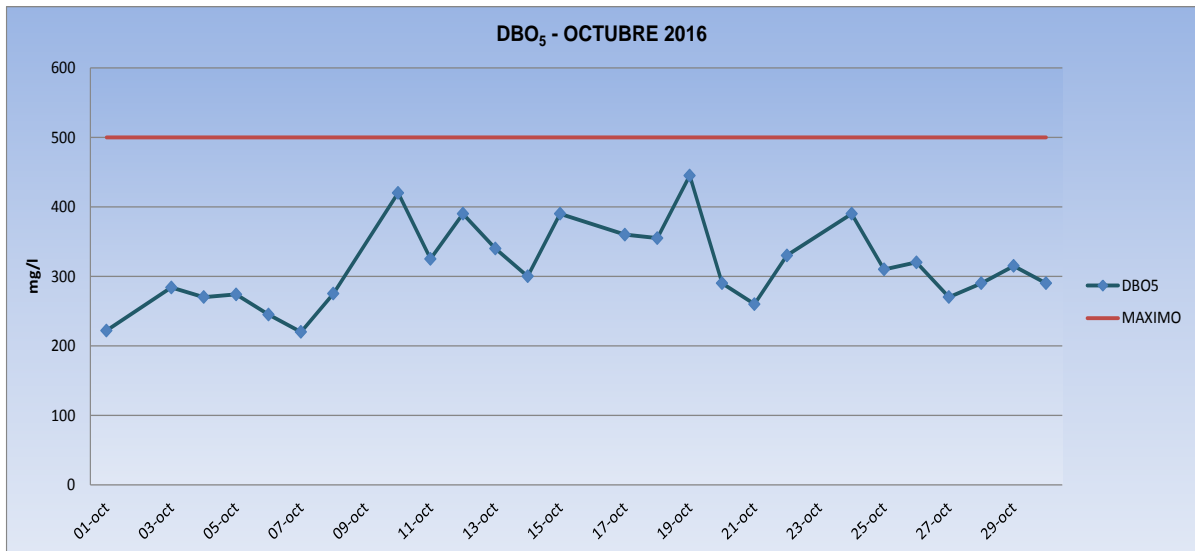
4.3.2 Gráficos de control del DBO₅ indirecto.

Figura n.º 4-9. Gráfico del control de DBO₅ antes de la mejora.



Fuente: Protisa.

Figura n.º 4-10. Gráfico del Control del DBO₅ después de la mejora.



Fuente: Protisa.

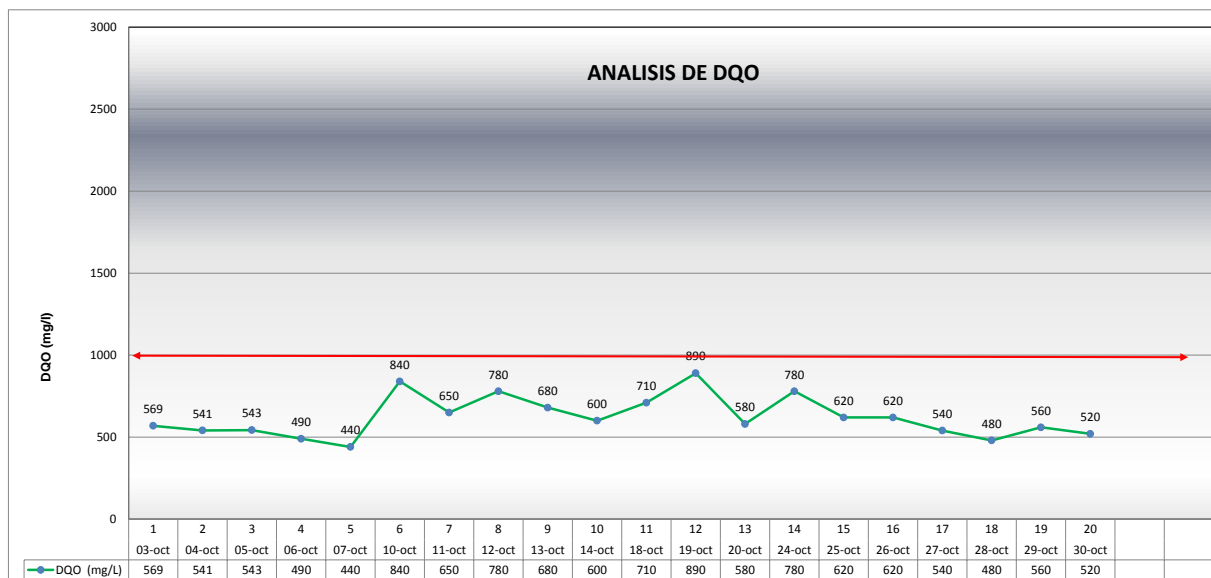
4.3.3 Ensayos realizados por Control de Calidad y laboratorio externo.

El departamento de Control de Calidad desempeña un rol muy importante dentro de la cadena de producción; porque diariamente actúa como un fiscalizador; realizando pruebas y análisis de ppm, DQO y DBO₅ del Tratamiento de Clarificación y Tratamiento Biológico. Es decir, auditando nuestro proceso; con lo cual valida nuestros resultados que estén correctos; y de esa manera no somos juez y parte. En caso que los resultados de Control de Calidad estén por encima de los parámetros de control; vuelve a muestrear y si aun así siguiéramos fuera de rango inmediatamente después de confirmar se toma planes de acción sobre la marcha.

Adicional al muestreo que realiza Control de Calidad; se envía analizar contra muestras cada 15 días; a un laboratorio externo de reconocida trayectoria; en este caso se realiza con SGS del Perú. Esto para verificar y corroborar nuestros resultados con los de Control de Calidad; asegurando que se está realizando los análisis adecuadamente.

La gestión de calidad influye en los costos? Claro que sí. Pero, si queremos mantenernos en el negocio; captando mayor mercado, entonces debemos invertir concientizando al personal y haciendo que nosotros mismos seamos los primeros en dar Calidad; lo invertido será compensado con la responsabilidad que tenemos de cuidar nuestro Medio Ambiente y eliminando riesgos de sanciones económicas. Esto en el tiempo se traducirá en mayores beneficios creando valor a la empresa.

Figura n.º 4-11. Análisis de DQO – Realizado por Control de Calidad.



Fuente: Protisa.

El aporte con la realización de este trabajo y al haberlo puesto en operación; primero es mi compromiso en ayudar con el cuidado del medio ambiente; cumpliendo con las normas legales y no contaminar. Luego; profesionalmente realizando mejora continua para lograr mejores resultados en bienestar de la empresa.

CAPÍTULO 5 DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos; podemos decir que lo expuesto como mejora y luego de llevar a cabo el plan de acción propuesto en el capítulo 3; las acciones dieron los resultados esperados; pudiendo tener un proceso controlado; tanto en la Clarificación Primaria como también en el Tratamiento Biológico.

Para lograr tener controlado el proceso:

- Se capacitó al personal operador de la planta.
- Concientización del personal de cumplir fielmente las indicaciones y controles necesarios para mantener estable el proceso y como consecuencia no contaminar el medio ambiente; por incumplimiento de la norma legal.
- Se adquirió el kit completo para realizar ensayos de las pruebas de DQO y tener los resultados en poco tiempo; y no esperar que laboratorio externo realice el análisis. Ahora más bien nos sirve como certificación y validación que lo estamos haciendo bien.

Al cumplir las acciones mencionadas nos garantiza que el proceso está controlado.

Tabla n.º 5-1. Resumen de resultados.

PROBLEMAS	SOLUCION	RESULTADOS
Sanciones económicas, cierre temporal o definitivo por altos valores de DBO ₅ y DQO; así también como los Sólidos Sedimentables en las aguas vertidas a la red de alcantarillado.	Controlar y mantener en norma las variables del proceso; para evitar infringir la ley; evitando la contaminación ambiental al incumplir los Valores Máximos Admisibles.	Los Valores Máximos Admisibles se mantienen dentro de la norma legal; mensualmente se realiza el análisis con laboratorio externo para validar y corroborar los datos obtenidos en planta
Deficiente dosificación de químicos en los procesos de Clarificación y reutilización del agua residual.	Implementar formatos de control de químicos, check list del proceso.	Se logró tener resultados estables de dosificación de químicos y valores del proceso; teniéndose un ahorro mensual importante y una mayor reutilización de agua clarificada en el sistema.

Fuente: Propia.

El mantener controlado el proceso de Clarificación Primaria y Tratamiento Biológico nos permitió tener ahorros mensuales importantes; y no solamente eso. Si no que nos permitió tomar conciencia y cuidar nuestro medio ambiente preservándolo para las futuras generaciones.

Tabla n.º 5-2. Ahorros por químicos en la Clarificación Primaria.

AHORRO POR QUIMICOS EN LA CLARIFICACION PRIMARIA	
Costo mensual por químicos de la Clarificación Primaria antes de la mejora: Agosto 2015	16 085,16
Costo mensual por químicos de la Clarificación Primaria después de la mejora: Octubre 2016	12 332,50
Ahorro mensual después de la mejora en la Clarificación Primaria	3 752,66

Fuente: Propia.

En el caso de no cumplir con los Valores Máximos Admisibles que pide la norma legal; existe una escala de multas como se menciona en el capítulo 4. Que dice:

- Rango 1: Si te pasas un 10% del VMA pagas un 25% adicional del pago por concepto de uso de la red de alcantarillado.
- Rango 2: Si te pasas un 20% del VMA pagas un 75% adicional del pago por concepto de uso de la red de alcantarillado.

Entonces: Estos serían los costos que se dejarían de pagar al mantener un proceso bien controlado; manteniendo los valores de DBO, DQO y Sólidos sedimentables dentro de la norma legal.

Tabla n.º 5-3. Montos en nuevos soles que se pagarían por incumplir la norma legal.

DESCRIPCION	MONTO	RANGO 1	RANGO 2
Costo por concepto de uso de red de alcantarillado - Pozo 1	77 702,27	19 425,57	58 276.70
Costo por concepto de uso de red de alcantarillado - Pozo 2	100 660,89	25 165,22	75 495.67
Costo mensual por concepto de uso de red de alcantarillado	178 363,16	44 590,79	133 772.37

Fuente: Propia.

CONCLUSIONES

- Se concluye en base a los resultados obtenidos que se logró el objetivo general que es Controlar los Procesos de Clarificación y Tratamiento Biológico del agua residual para su posterior reutilización en la Industria del Papel Tissue; enviando el efluente a la red de alcantarillado; cumpliendo con los Valores Máximos Admisibles protegiendo el Medio Ambiente.
- Manteniendo controladas las variables en el Proceso del Tratamiento Biológico; tendremos la seguridad que los valores de DBO₅ (< 500 mg/L) y DQO (< 1000 mg/L) en las aguas vertidas a la red de alcantarillado; cumplen con los Valores Máximos Admisibles. Por lo tanto; no tendríamos ninguna multa según la escala proporcionada por el organismo correspondiente; debido a incumplimientos a la norma legal. Como sabemos la multa es de acuerdo al grado de contaminación; según nuestro historial de datos nos evitaríamos de pagar aproximadamente S/. 133772,37 mensuales.
- El control realizado en el Proceso de Clarificación nos permitió optimizar la dosificación de los productos químicos y reutilización del agua residual; al llevar el control con los Check List elaborados en base a estándares y juicio experto, nos permitió obtener un ahorro de S/. 3752,66 mensuales; lo que significa S/. 45031,92 anuales. Esta mejora implementada representa un 25 % de ahorro en químicos en la Clarificación del agua.
- La reutilización del agua en la Industria del Papel Tissue es sumamente importante por el volumen utilizado entre 15 a 20 m³/ton ya que el agua es un recurso natural no renovable. De la obtención de una adecuada clarificación de las aguas se pudo comprobar que el producto final tiene las características de un producto que se adecúa a los estándares de control de calidad internacionales.

RECOMENDACIONES


- La mejora implementada en la Clarificación Primaria y el Tratamiento Biológico en el área de Clarificación significa un ahorro importante mensual; además de cumplir con las normas medioambientales con respecto a los Valores Máximos Admisibles; sin embargo es recomendable que constantemente se siga realizando mejoras porque la tecnología y la ciencia evolucionan y es menester para este tipo de investigaciones estar a la par con ambas, ya que agregan un gran valor a la empresa.
- Se debe continuar con este tipo de mejoras y cumplir con los Valores Máximos Admisibles; de esta manera cumplimos con la norma legal; de lo contrario estamos expuestos a multas y a cierres temporales de planta; yendo en contra del objetivo de la empresa que es tener beneficios y utilidades cuidando el medio ambiente.
- Periódicamente se debe enviar a calibrar y certificar los equipos que se usan para realizar las pruebas de DQO; además de validar mensualmente nuestros datos con laboratorio externo de reconocido prestigio certificado. De esta manera estaremos completamente seguros que estamos realizando los análisis y controles correctos.
- La mejora implementada en el área de Clarificación debería replicarse en otras áreas de la organización; en las cuales los químicos usados representan costos considerables y podría haber una oportunidad de ahorros importantes; beneficiando directamente a la empresa.

REFERENCIAS



- Área, M. (2008). *Tecnología en la fabricación de papel*. In S. J. Turrado, Panorama de la industria de celulosa y papel en Iberoamérica 2008 (p. 568). Red Iberoamericana de Docencia.
- Autoridad Nacional del Agua. (2014, 07 14). *Autoridad Nacional del Agua*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=em45NEAX5a8>
- DAF-Krofta. (2012, 04 18). *Manual del equipo DAF-Krofta*. Lima, Peru: Manual del equipo.
- Salomé, J. & Goikoetxea A. (2000). *Gestión del agua en la industria papelera*. www.sc.ehu.es/iawfemaf/archivos/materia/industrial/libro-3.
- Smook, G. A. (1990) *Manual para Técnicos de Pulpa y Papel*. Atlanta: Editorial: Tappi Press.
- Turrado, J. (1999). *Contaminant (stickies) Content Procedure*, Progress in Paper Recycling. México.
- Rodriguez Fernández, A., Letón Garcia, P., & Rosal Garcia, R. (2006). *Tratamientos Avanzados de Aguas Residuales Industriales*. Obtenido de www.madrimasd.org
- Marín Ocampo, A., Osés Pérez, M. (2013). *Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con el Proceso de Lodos Activados*. CEA Jalisco: Dirección de Operación de Plantas de Tratamientos de Aguas residuales. México.
- Gutiérrez Canales, D. (2009). *Sistemas de Tratamiento de Agua, Efluentes y Afines*. Lima: ACCUAPRODUCT S.A.C. División de aguas industriales. Planta de Tratamiento de aguas Hotel San Agustín. www.accuaproduct.com Perú.
- O.M.C. Colladera S.R.L. (2013). *Manual de planta de Tratamiento Biológico*. Lazio: División Aqua Engineering. Italia.
- Hernández, A. (1992) *Depuración de Aguas Residuales*. Madrid. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. España.

ANEXOS

Anexo n.º 1. Análisis de Laboratorio externo SGS – Mayo de 2016

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002				
				 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 002
INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1607689				
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA				PTAR
FECHA DE MUESTREO				02/05/2016
HORA DE MUESTREO				11:00
CATEGORIA				AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA				AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado
Análisis Físicoquímicos				
Sólidos Totales en Suspensión	EW APHA2540D	mg/L	1	31
Sólidos Suspendidos Volátiles	EW APHA2540E	mg/L	1	26 *
Fósforo Total	EW APHA4500PBE	mg/L	0.004	0.462
Nitrógeno Total	EW APHA4500PJ	mg/L	0.04	7.96
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW APHA5210B	mg/L	1.0	23.3
Demanda Química de Oxígeno	EW APHA5220D	mg/L	3	302
Análisis de Aniones				
Sulfato	EW EPA300 0	mg/L	0.01	346.40
Metales Totales				
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.02	0.13
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	<0.0008
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	<0.001
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.071
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	<0.0001
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	<0.00005
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.01	1.36
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	<0.0002
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	186.145
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	<0.00008
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0009
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00007	0.00356
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	<0.001
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	<0.002
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0010	<0.0010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.8140
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.2	<0.2
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	<0.00004
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	<0.0002
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	<0.00005
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	<0.001
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	<0.0005
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0009	0.0843
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	<0.00002

Anexo n.º 2. Análisis de Laboratorio externo SGS – agosto de 2016

				LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002				 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado</p> <p>Registro N°LE - 002</p>	
				INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1615139					
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA				EFLUENTE PTAR	EFLUENTE PTAR	EFLUENTE PTAR	EFLUENTE PTAR		
FECHA DE MUESTREO				25/08/2016	25/08/2016	25/08/2016	25/08/2016		
HORA DE MUESTREO				15:00	15:10	15:20	15:30		
CATEGORIA				AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL		
SUB CATEGORIA				AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL		
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado		
Análisis Fisicoquímicos									
Sólidos Totales en Suspensión	EW APHA2540D	mg/L	1			207			
Sólidos Volátiles	EW APHA2540E	mg/L	1				548 *		
Fósforo Total	EW APHA4500PBE	mg/L	0.004		0.892				
Nitrógeno Total	EW APHA4500PJ	mg/L	0.04			7.31			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW APHA5210B	mg/L	1.0	63.0					
Demanda Química de Oxígeno	EW APHA5220D	mg/L	3	513					
Análisis de Aniones									
Sulfato	EW EPA300 0	mg/L	0.01				375.37		
Metales Totales									
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.02		0.73				
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008		0.0010				
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001		0.003				
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002		0.088				
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001		<0.0001				
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005		<0.00005				
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.01		1.10				
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002		<0.0002				
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003		170.756				
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008		0.00030				
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001		0.0009				
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00007		0.00817				
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001		0.013				
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002		0.023				
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0010		<0.0010				
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003		1.0671				

Anexo n.º 3. Formato de control del Tratamiento Biológico.

FABRICACION - PROTISA PERU						
FORMATO DE CONTROL PTAR						
Fecha	30-10-16					
Turno	1er Turno		2da Turno		3er Turno	
Operador	OSCAR		CESAR		RAMIRO	
Hora	08:00	12:00	18:00	20:00	02:00	04:00
TRATAMIENTO PRIMARIO						
Nivel TK207 (%)	63	66	63	61%	61%	66%
Presión BB 202 (bar)	1.3	1.3	1.3	1.3 BAR	1.3 BAR	1.3 BAR
Nivel TK208 (%)	94	94	92	94%	93%	92%
Presión BB 206A (bar)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Presión BB 206B (bar)	1.3	1.3	1.3	1.3 BAR	1.3 BAR	1.3 BAR
Presión BB 206C (bar)	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S
Presión BB 206D (bar)	2.5	2.5	2.5	2.5 BAR	2.5 BAR	2.5 BAR
Presión BB 206A (bar)	4	4	4	4 BAR	4 BAR	4 BAR
Presión BB 206B (bar)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Presión válvula contrapresión (bar)	-	-	-	-	-	-
Concentración polímero % MPP K4	0.07	0.07	0.07	0.07%	0.07%	0.07%
BB dosificadora B1 ON/OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB dosificadora B2 ON/OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
TRATAMIENTO SECUNDARIO						
Nivel TK reactor biológico (%)	94	94	96	96%	93%	89%
Presión TK ASR (bar)	5.5	5.5	5.5	5.5 BAR	5.5 BAR	5.5 BAR
Flujo aire Ingreso ASR (Nm ³ /h)	20	20	20	20	20	20
BB P2A ON/OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB P2B ON/OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB P2C ON/OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB P2D ON/OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB P2E ON/OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Nivel T4 preparador línea-feltro (%)	-	-	-	-	-	-
Flujo Sólidos (ml/min)	50	50	50	50	50	50
BB dosificadora D1 ON/OFF	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S
BB dosificadora D2 ON/OFF	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S
Concentración polímero (%) UPP	0.30	0.30	0.30	0.30%	0.30%	0.30%
BB dosificadora D1 ON/OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
BB dosificadora D2 ON/OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Flujo BB dosificadora D1	36	36	36	36	36	36
Flujo BB dosificadora D2	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Carótipo antiespumante (ml)	30	30	30	30	30	30
Rangos de lodo (ml/min)	3/15	3/15	3/15	3/15	3/15	3/15
Flujo de ingreso a Clarificador (ml/min)	177	177	177	175	175	175
ANÁLISIS EN EL REACTOR						
Altura cono (mm) (ml)	400-800	800	800	900	900	900
Densidad (ppm)	1.5-2.5	2.30	2.63	2.54	2.54	2.700
SSS (Sólidos Suspensivos Totales) (ppm)	200-1000	2100	2200	-	-	-
Sólidos volátiles (ppm)	60-500	-	-	-	-	-
pH	6.5-8.5	7.58	7.50	7.42	7.42	7.42
Temperatura (°C)	25-30	36.5	36.9	35.50	35.50	35.50
ANÁLISIS EN EL ACEPTADO DEL REACTOR						
SOD (ppm)	<1000	-	-	-	-	-
DBO (ppm)	<300	-	-	-	-	-
Sólidos sedimentables (ml)	<0.5	2	2.5	0.5	0.5	0.5
Temperatura (°C)	<35	-	-	-	-	-
OBSERVACIONES (variaciones PH, niveles elevados en MPa, falta de equipos, etc.)						

JEFE DE SERVICIOS

1

La preparación de alimentación del reactor se hace 1500g de urea por 4.5kg de felpa y se diluye en 30ml de agua.

2 (30 amerc)

La preparación de alimentación del reactor se hace 100kg de urea por 50kg de felpa y se diluye en 30ml de agua.

Anexo n.º 4. Formato de Control de Parámetros de la Clarificación.

CONTROL DE PARAMETROS CLARIFICACION											
		Fecha	20-10-16			21-10-2016			22-10-16		
		Turno	1er Turno	2do Turno	3er Turno	1er Turno	2do Turno	3er Turno	1er Turno	2do Turno	3er Turno
PAPEL FABRICADO		MP2									
		MP3									
		MP4									
K3 320 M3/h	Solidos Ingreso	ppm	4800	4500	4300	3800	3600	3900	4000	3800	3800
	Solidos Salida	ppm 150 >	180	100	100	190	110	140	120	120	170
	Eficiencia	% 95% <=		97%	97		96%	96	97	96%	96
	Flujo Coagulante	ml/min	240	245	245	240	240	240	240	240	240
	Flujo Polimero	Lt/min	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	Concentración Polimero	%	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
	Velocidad de carro	min/vuelta	5	5	5	5	5	5	5	5	4
	Velocidad de cucharón	Vuelta/min	7	7	7	8	8	8	8	8	12
	Espesor de Lodo	cm 4-5	5	5	5	5	5	4	6	6	5
	Consistencia de Lodo	% 3.5 <=	5.10	4.85	4.77	5.14	5.39	4.56	5.12	5.36	4.86
	Presion Ingreso ASR	Bar	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
	Presion Sistema ASR	Bar	5	5	5	5	5.0	5	5	5	5
	Flujo Aire	Nm3/h	20	20	20	20	20	20	20	20	20
K4 350 M3/h	Solidos Ingreso	ppm	1400	1300	1600	2000	1900	2450	3000	2700	2400
	Solidos Salida	ppm 150 >	60	50	50	120	120	100	80	80	50
	Eficiencia	% 95% <=		97%	96		93%		99	97%	97
	Flujo Coagulante	ml/min	120	180	180	160	160	140	180	195	180
	Flujo Polimero	Lt/min	40	60	60	52	52	52	54	54	54
	Concentración Polimero	%	0.09	0.09	0.09	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
	Velocidad de carro	min/vuelta	10	16	16	13	13	15	15	15	15
	Velocidad de cucharón	Vuelta/min	2	2	2	2	2	5	2	2	5
	Espesor de Lodo	cm 4-5	3	3	4	3	3	4	4	5	5
	Consistencia de Lodo	% 3.5 <=	4.64	4.78	3.97	5.25	4.88	4.59	4.96	4.88	5.32
	Presion Ingreso ADT	Bar	4.0	4.0	4	4	4	4	4	4	4
	Presion Salida ADT	Bar	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S
	Flujo Aire	Nm3/h	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S
PTAR 250 M3/h	Solidos Ingreso	ppm	3100	3000	3000	2800	2900	2400	2900	2800	2800
	Solidos Salida	ppm 150 >	50	60	60	50	50	150	60	60	70
	Eficiencia	% 95% <=		98%	94		98%	93	97%	97%	93
	Flujo Coagulante	ml/min		170	170		170			120	175
	Flujo Polimero	Lt/min					30		30	30	30
	Concentración Polimero	%	0.20	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	Velocidad de carro	min/vuelta	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Velocidad de cucharón	Vuelta/min	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Espesor de Lodo	cm 4-5	5	5	16	15	15	20	14	15	15	
Consistencia de Lodo	% 3.5 <=	1.64	1.79	1.87	1.60	1.36	1.13	1.27	1.32	1.22	

Anexo n.º 5. Recibo de Sedapal por concepto de agua del pozo 1; mes de octubre 2016.

 <p>www.sedapal.com.pe Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima Autopista Ramón Prிடá 218 El Agustino - Lima RUC: 20190152358</p>		<p>PRODUCTOS TISSUE DEL PERU S.A. AV SANTA ROSA 550 U.IND INDUSTRIAL SANTA ANITA</p> <p>RUC.: 20266352337</p> <p>Sector: 172 OC.: AV TINGO MARIA 600 LIMA (CERC LIMA)</p>		<p>Suministro N° 2400430-1</p> 																							
<p>INFORMACION GENERAL</p> <p>Titular de la conexión: PRODUCTOS TISSUE DEL PERU S.A.</p> <p>Dirección del suministro: AV SANTA ROSA 550 - U.IND INDUSTRIAL</p> <p>Distrito: SANTA ANITA</p> <p>Tipo de facturación: Frecuencia de facturación: LECTURA Mensual</p> <p>Tarifa: Categoría: INDUSTRIAL NO RESIDENCIAL</p> <p>Unidad de Uso: Tipo de descarga: 1 NO DOMESTICO</p> <p>Actividad: INDUSTRIA DEL PAPEL</p>		<p>INFORMACION DE PAGO</p> <p>Fecha de emisión: Período de consumo: 02/11/2016 30/09/2016 - 31/10/2016</p> <p>Ref. de cobro: N° de recibo: 24004303657 15220384-15111201611</p> <p>Mes facturado: Fecha de vencimiento: Noviembre 2016 28/11/2016</p>		<p>LECTURA DE MEDIDOR</p> <table border="1"> <tr> <th>Medidor:</th> <th>Anterior:</th> <th>Actual:</th> <th>Consumo (m³):</th> </tr> <tr> <td>ZH02271001</td> <td>5073834</td> <td>5124748</td> <td>50914</td> </tr> </table>		Medidor:	Anterior:	Actual:	Consumo (m³):	ZH02271001	5073834	5124748	50914														
Medidor:	Anterior:	Actual:	Consumo (m³):																								
ZH02271001	5073834	5124748	50914																								
<p>INFORMACION COMPLEMENTARIA</p> <p>Factor de Descarga : 65 % Consumo Total Calculado : 50914.00 m³ Costo Uso Alcantarillado: S/. 2.393 / m³ Estructura Tarifaria (18/06/2015)</p> <table border="1"> <tr> <th>Tarifa</th> <th>Rango</th> <th>Agua</th> <th>Alcant.</th> </tr> <tr> <td>INDUSTRIAL</td> <td>0 a 1000</td> <td>4.858</td> <td>2.393</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1000 a mas</td> <td>5.212</td> <td>2.352</td> </tr> </table> <p>Diámetro Conex: 150 mm.</p>		Tarifa	Rango	Agua	Alcant.	INDUSTRIAL	0 a 1000	4.858	2.393		1000 a mas	5.212	2.352	<p>DETALLE DE FACTURACION</p> <table border="1"> <tr> <th>Concepto:</th> <th>Importe:</th> </tr> <tr> <td>Cargo Fijo</td> <td>4.80</td> </tr> <tr> <td>Uso de red de desagüe 33,104.28 m³</td> <td>77,702.27</td> </tr> <tr> <td>I.G.V. 77,707.16 x 18%</td> <td>14,087.26</td> </tr> <tr> <td>Consumo del mes</td> <td>91,694.45</td> </tr> </table>		Concepto:	Importe:	Cargo Fijo	4.80	Uso de red de desagüe 33,104.28 m³	77,702.27	I.G.V. 77,707.16 x 18%	14,087.26	Consumo del mes	91,694.45	<p>Este recibo será cargado en su Cuenta Bancaria TESORERIA</p>	
Tarifa	Rango	Agua	Alcant.																								
INDUSTRIAL	0 a 1000	4.858	2.393																								
	1000 a mas	5.212	2.352																								
Concepto:	Importe:																										
Cargo Fijo	4.80																										
Uso de red de desagüe 33,104.28 m³	77,702.27																										
I.G.V. 77,707.16 x 18%	14,087.26																										
Consumo del mes	91,694.45																										

Anexo n.º 6. Recibo de Sedapal por concepto de agua del pozo 2; mes de octubre 2016

		PRODUCTOS TISSUE DEL PERU S.A. AV SANTA ROSA 550 U.IND INDUSTRIAL SANTA ANITA		Suministro N° 5775774-2													
www.sedapal.com.pe Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima Autopista Ramiro Priale 210 El Agustino - Lima RUC. 20100152358		RUC.: 20266352337 Sector: 172 OC.: AV TINGO MARIA 600 LIMA (CERC LIMA)															
INFORMACION GENERAL			INFORMACION DE PAGO														
Titular de la conexión: Dirección del suministro: AV SANTA ROSA 550 POZO 2 - U.IND INDUSTRIAL Distrito: SANTA ANITA Tipo de facturación: LECTURA Frecuencia de facturación: Mensual Tarifa: INDUSTRIAL Categoría: NO RESIDENCIAL Unidad de Uso: 1 Tipo de descarga: NO DOMESTICO Actividad: INDUSTRIA DEL PAPEL			Fecha de emisión: 30/10/2016 Ref. de cobro: 57757742127 Mes facturado: Octubre 2016 Período de consumo: 31/08/2016 - 30/09/2016 N° de recibo: 15213742-15111201610 Fecha de vencimiento: 17/11/2016														
INFORMACION COMPLEMENTARIA			LECTURA DE MEDIDOR														
Factor de Descarga : 88 % Consumo Total Calculado : 53582.00 m3 Costo Uso Alcantarillado: S/. 2.393 / m3 Estructura Tarifaria (18/06/2015)			Medidor: AH70967805 Anterior: 111975 Actual: 365557 Consumo (m3): 53582														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tarifa</th> <th>Rango</th> <th>Agua Alcantarillado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INDUSTRIAL</td> <td>0 a 1000</td> <td>1.208 1.208</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1000 a mas</td> <td>1.212 2.352</td> </tr> </tbody> </table> Diseño Conex: 358 mm.			Tarifa	Rango	Agua Alcantarillado	INDUSTRIAL	0 a 1000	1.208 1.208		1000 a mas	1.212 2.352	DETALLE DE FACTURACION					
Tarifa	Rango	Agua Alcantarillado															
INDUSTRIAL	0 a 1000	1.208 1.208															
	1000 a mas	1.212 2.352															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Concepto:</th> <th>Importe:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cargo Fijo</td> <td>465.61</td> </tr> <tr> <td>Uso de red de desagüe 42,865.60 m3</td> <td>100,660.69</td> </tr> <tr> <td>I.G.V. 100,665.78 x 18%</td> <td>18,119.84</td> </tr> <tr> <td>MDS</td> <td>465.61</td> </tr> <tr> <td>Consumo del mes</td> <td>119,252.23</td> </tr> </tbody> </table>			Concepto:	Importe:	Cargo Fijo	465.61	Uso de red de desagüe 42,865.60 m3	100,660.69	I.G.V. 100,665.78 x 18%	18,119.84	MDS	465.61	Consumo del mes	119,252.23
Concepto:	Importe:																
Cargo Fijo	465.61																
Uso de red de desagüe 42,865.60 m3	100,660.69																
I.G.V. 100,665.78 x 18%	18,119.84																
MDS	465.61																
Consumo del mes	119,252.23																
<p style="text-align: center;"> Productos Tissue del Perú S.A. Este recibo será cargado en su Cuenta Bancaria el 3 NOV. 2016 </p>																	