



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PAPEL PARA
ELIMINAR LA FORMACIÓN DE BIOFILMS EN LAS TUBERÍAS DE LA
EMPRESA FAMILIA SANCELTA DEL ECUADOR S.A.”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: NILDA CONSUELO RAMOS GAVILANES

TUTOR: ING. CÉSAR ÁVALOS INFANTE

RIOBAMBA – ECUADOR

Octubre 2014

Quiero expresar mi agradecimiento en primer lugar a Dios por darme la fortaleza para cumplir mis sueños, por guiar mis pasos hacia el éxito, en segundo lugar a mis padres, por ser mi apoyo permitiéndome culminar una etapa más de mi vida y por haber hecho posible estudiar en este prestigioso centro de educación superior, como lo es la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

A todo el personal docente y administrativo de la Escuela de Ingeniería Química, y de manera especial al Ingeniero César Ávalos y al Ingeniero Marco Chuiza, que me brindaron sus conocimientos para la sustentación y aprobación de éste proyecto.

Finalmente, a mis amigos que fueron un aporte valioso ante las adversidades de la vida.

El presente proyecto lo quiero dedicar a Dios por ser el ser más maravilloso que llegó a mi vida, cambiando mis desaciertos en éxitos y mi tristeza en alegría, a mis Padres Ángel y Rut por su presencia motivándome siempre a seguir adelante, a Sofía por su amor y cariño, a mi hermano y hermanas por confiar en mí, y a todas aquellas personas que me compartieron de su amor incondicional.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. César Ávalos DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
Ing. Mario Villacrés DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
Ing. César Ávalos DIRECTOR DE TESIS
Ing. Marco Chuiza MIEMBRO DEL TRIBUNAL
DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACIÓN
NOTA DE TESIS	

“Yo, **NILDA CONSUELO RAMOS GAVILANES** , declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	Factor en función de SST
B	Factor en función de la Temperatura
BSR	Bacterias Sulfato Reductoras
C	Factor en función de dureza como CaCO_3
Cu	Cobre
CEPI	Confederation of European Paper Industries
D	Factor en función de alcalinidad con naranja de metilo
Fe	Hierro
FDA	Food and Drug Administration
H_2S	Ácido Sulfhídrico

IL	Índice de Langelier
I _R	Índice de Ryznar
LSI	Langelier Saturation Index
MGC	Microgramo
m V	mili voltios, medida de ORP
NTU	Neophilyc Turbidity Units
ORP	Potencial de Óxido Reducción
p H	Potencial Hidrógeno
p Hs	Potencial Hidrógeno de saturación con carbonatos
Pi	Peso inicial del papel filtro (gramos)
Pf	Peso final papel filtro más muestra seca

RSI	Ryznar Saturation Index
SST	Sólidos Suspendidos Totales
TDS	Sólidos Totales Disueltos
Vm	Volumen de muestra (pasta)
Ufc	Unidades formadoras de colonias
Zn	Zinc

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
HOJA DE FIRMAS	iii
HOJA DE RESPONSABILIDAD	iv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xiii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
ANTECEDENTES	xvi
JUSTIFICACION	xvii
OBJETIVOS	xviii
CAPÍTULO I.....	- 1 -
1. MARCO TEÓRICO	- 1 -
1.1. Optimización	- 1 -
1.2. Papel	- 1 -
1.3. Fabricación Del Papel Y Fuentes De Contaminación Microbiológica	- 6 -
1.4. Control microbiológico en la industria.....	- 12 -
1.5. Calidad higiénica de los productos papeleros	- 13 -
1.6. Los microorganismos en la industria del papel	- 14 -
1.7. Consecuencias de la actividad de los Microorganismos	- 18 -
1.8. Bactericidas	- 19 -
1.9. Control de Calidad del Agua: Índice de Langelier	- 20 -

1.10. Método de Ryznar	- 22 -
1.11. El agua en la elaboración de papel	- 23 -
CAPÍTULO II	- 30 -
2. PARTE EXPERIMENTAL	- 30 -
2.1. Muestreo	- 30 -
2.2. Metodología.....	- 30 -
2.3. Datos experimentales.....	- 32 -
2.4. Datos adicionales.....	- 34 -
CAPÍTULO III	- 36 -
3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	- 36 -
3.1. Cálculos	- 36 -
3.2. Resultados.....	- 42 -
3.2.1. Prueba de jarras	- 42 -
3.3. Propuesta	- 52 -
3.4. Análisis y Discusión de Resultados.....	- 53 -
CAPÍTULO IV	- 55 -
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 55 -
4.1. Conclusiones.....	- 55 -
4.2. Recomendaciones	- 56 -
BIBLIOGRAFÍA.....	- 57 -
ANEXOS.....	- 59 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de fabricación de papel tissue	- 6 -
Figura 2. Frecuencia de los diferentes problemas en la industria de papel asociados a microorganismos.....	- 10 -
Figura 3. Esquema de la producción de papel y puntos críticos de formación de biopelícula	- 11 -
Figura 4. Esquema de una biopelícula.	- 11 -
Figura 5. Pérdidas de producción	- 35 -
Figura 6. Comportamiento ORP (Potencial de Óxido Reducción).....	- 48 -
Figura 7. Control microbiológico hongos y levaduras	- 49 -
Figura 8. Control microbiológico aerobios totales	- 50 -
Figura 9. Control microbiológico bacterias sulfato reductoras.....	- 51 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1. Composición típica de la microflora de las máquinas de papel y cartón..	- 8 -
Tabla 1. 2. Tendencia del agua de acuerdo al Índice de Ryznar.....	- 23 -
Tabla 2. 1. Técnicas utilizadas en análisis de agua.....	- 32 -
Tabla 2. 2. Datos para cálculo de dosis.....	- 34 -
Tabla 2. 3. Datos de pérdidas en la empresa.....	- 35 -
Tabla 3. 1. Rango de estimación de mg/L CaCO ₃	- 39 -
Tabla 3. 2. Prueba de jarras para determinar concentración de hipoclorito y de bactericida.....	- 42 -
Tabla 3. 3. Análisis bacteriológico del agua antes del tratamiento.....	- 43 -
Tabla 3. 4. Análisis bacteriológico del agua después del tratamiento	- 44 -
Tabla 3. 5. Resultados caracterización del agua antes de aplicar tratamiento	- 45 -
Tabla 3. 6. Resultados caracterización del agua después de aplicación de tratamiento	- 46 -
Tabla 3. 7. Pérdidas de producción.....	- 47 -
Tabla 3. 8. Seguimiento de ORP.....	- 47 -
Tabla 3. 9. Control microbiológico hongos y levaduras.....	- 49 -
Tabla 3. 10. Control microbiológico aerobios totales.....	- 50 -
Tabla 3. 11. Control microbiológico bacterias sulfato reductoras	- 51 -
Tabla 3. 12. Plan de acción para el control de producto no conforme.....	- 53 -

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I.....	- 59 -
ANEXO II.....	- 59 -
ANEXO III.....	- 61 -
ANEXO IV.....	- 63 -
ANEXO V.....	- 65 -
ANEXO VI.....	- 69 -

RESUMEN

Se realizó la optimización del proceso de elaboración de papel para eliminar la formación de biofilms en las tuberías de la empresa Familia Sancela del Ecuador ubicada en el sector de Lasso, Provincia de Cotopaxi.

Además la verificación del estado actual de las tuberías de la empresa y se evidenció biofilms, mal olor, y rechazos de papel por éste defecto, se efectuaron tres ensayos con bactericidas, primero, con Dispro 48, con una duración de dos meses persistiendo los biofilms; segundo, con Biocatalizador Traclean 60, durante un mes evidenciando un aumento de biofilms en las tuberías; tercero, se prueba con una combinación entre un oxidante(hipoclorito de sodio) y un preservante (bactericida) durante tres meses en los cuales no se encontró biofilms en las tuberías, ni rechazo de papel por éste defecto; para mantener controlado el tratamiento se utilizó caracterizaciones del agua a la entrada del proceso, y pruebas de dosificación de Hipoclorito de Sodio y bactericida; pruebas efectuadas en el laboratorio de la Planta de Tratamiento Biológico de Agua Residual de la empresa.

Se determinó que el tratamiento adecuado para tener una remoción de biofilms del 100% es el de la combinación de hipoclorito de sodio y el bactericida.

Lo que permitió reducir las pérdidas económicas de la empresa en un 100%, además una mejor calidad microbiológica del papel.

La implementación del tratamiento permite mejorar la eficiencia de remoción de biofilms optimizando el proceso de elaboración de papel por lo que se recomienda aplicar el estudio realizado en la empresa Familia Sancela del Ecuador y en empresas afines lo cual permitirá brindar un mejor servicio de calidad al cliente, así también se proporcionará al consumidor final una mejor calidad microbiológica del papel.

SUMMARY

The optimization of the paper elaboration process was made to eliminate the formation of biofilms in the pipeline of Sancela family company of Ecuador located in the sector of Lasso, province of Cotopaxi.

In addition to the verification of the current state of the pipelines of the company it was evidenced biofilms, bad smell, and rejection of paper for this defect, three essays were carried out with bactericides, first, with Dispro 48, with a duration of two months persisting the biofilms; second, with Biocatalyzer Traclean 60, during one month showing an increase of biofilms in the pipes; third, it is tested with a combination between an oxidant sodium hypochlorite and bactericide during three months in which it wasn't found biofilms in pipes, or rejection of the paper by this defect; to maintain controlled the treatment it was used characterizations of water at the entrance of the process, and dosage tests of sodium hypochlorite and bactericidal; tests made in the laboratory of the biological waste water treatment plant of the company.

It was determined that the appropriate treatment for a removal of biofilms from 100 % is the combination of sodium hypochlorite and bactericide.

Which allowed to reduce the economic losses of the company in a 100 %, also a better microbiological quality of the paper.

The implementation of the treatment allows to improve the efficiency of removal of biofilms by optimizing the process of elaboration of paper in this way is recommended to apply the study performed in Sancela family company of Ecuador and in related companies which will allow to offer a better quality service to the client, as well as it will be provided to the final consumer a better microbiological quality of the paper.

INTRODUCCIÓN

Debido a la gran demanda de productos para cuidado de la familia existente en el país, el consumo de papel tissue es muy representativo tanto para el productor como para el consumidor final. La calidad microbiológica de los productos entregados debe cuidarse de manera minuciosa y confiable.

La Empresa Familia Sancela del Ecuador S.A, ubicada en el cantón Latacunga, la misma que tiene su planta de producción en el sector Lasso, permitió que se desarrolle ésta investigación.

La necesidad de eliminar la continua formación de colonias de bacterias durante el proceso de producción de papel, enfatiza el interés en buscar mediante un análisis detallado las causas que estén ocasionando éste defecto. El cumplimiento de la calidad microbiológica del papel así como reducir pérdidas de la empresa son las razones más importantes que obligan a emitir soluciones oportunas que permitan satisfacer la demanda de producto en el mercado y mantener la calidad microbiológica de los productos.

El desarrollo de la investigación inicia con una verificación del estado actual de las tuberías de la empresa dónde se detectó la formación de colonias de bacterias en la línea de producción de papel; posterior se realizó la evaluación de diferentes bactericidas y caracterizaciones del agua. Una vez realizado la prueba de jarras y los cálculos de ingeniería se determinó la dosificación adecuada del bactericida y del oxidante, de esta manera se optimizará el proceso de producción de la empresa Familia Sancela del Ecuador, debido a que se debe mejorar la calidad de los productos comercializados cumpliendo con los requisitos microbiológicos que establece la norma INEN .

ANTECEDENTES

Lasso es una localidad que pertenece a la parroquia de Tanicuchi la misma que forma parte del cantón Latacunga de la Provincia de Cotopaxi, Se encuentra a una altitud de 3,048 metros sobre el nivel del mar, tiene una población estimada de 12517 habitantes, La Empresa Productos Familia Sancela se encuentra ubicada en la Panamericana Norte en el Km 20 vía a Quito.

El Grupo Familia Sancela del Ecuador es líder en el mercado por su variedad en productos desde hace más de 50 años, actualmente se tiene dos máquinas papeleras, dónde se produce el semielaborado tanto para higiénicos como para servilletas, la formación de los biofilms se da en todo el proceso de elaboración de papel.

Las instalaciones utilizadas en el proceso de elaboración de papel en los últimos años se han visto afectadas por la acumulación de sustancias de color marrón, dichas sustancias se conocen como biofilms, las cuales provocan problemas dentro del proceso, como la reducción de la velocidad de flujo de la pasta en las tuberías transportadoras, y la impregnación en la hoja de papel formada.

Se evidencia la formación de biofilms en todo el proceso de elaboración de papel, por lo que se requiere realizar la caracterización de éstos. No existen trabajos de investigación afines a éste problema, aunque se realiza un análisis anual de dichas acumulaciones, pero no se ha logrado determinar cuales son las causas del mismo para poder dar solución.

JUSTIFICACION

Dentro del proceso de la elaboración de papel al tener la formación de biofilms en todo el tramo del proceso, se requiere realizar una limpieza manual con paradas de la máquina, además de los rechazos de papel que presentan residuos de dichas acumulaciones por lo que se debe rechazar, éste hecho conlleva pérdida en la producción lo que significa a su vez una influencia directa en costos por la parada de la planta.

Por tanto es necesario eliminar o reducir la formación de biofilms en las instalaciones del proceso.

Es por esto que se plantea la **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PAPEL PARA ELIMINAR LA FORMACIÓN DE BIOFILMS EN LAS TUBERÍAS DE LA EMPRESA FAMILIA SANCELA DEL ECUADOR S.A.**

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- ❖ Optimizar el proceso de elaboración de papel para eliminar la formación de biofilms en las tuberías de la Empresa Familia Sancela del Ecuador S.A.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ❖ Caracterizar la composición de los biofilms.
- ❖ Realizar la Caracterización del agua.
- ❖ Determinar las variables para reducir la formación de los biofilms
- ❖ Realizar la Caracterización del agua luego del proceso de dosificación de bactericida

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Optimización

Optimizar un proceso industrial significa mejorarlo utilizando o asignando todos los recursos que intervienen en él de la manera más excelente posible. La optimización es fundamentalmente, maximizar ganancias a menor costo.

Todo proceso industrial puede ser mejorado, esto apoya la “ASEVERACIÓN” de la ingeniería de métodos que señala: siempre hay un método mejor, por lo tanto el principal propósito de optimizar un proceso es incrementar la productividad.

Teniendo en cuenta que la productividad es la relación entre producción y recursos, es decir ; $Productividad = producción / recursos$.¹

1.2. Papel

El papel puede definirse como una lámina plana anisótropa, de un espesor determinado, compuesto de fibras, agua, aire, minerales y sustancias químicas.

Cada uno de éstos elementos tiene una función específica, así las fibras crean la estructura de la red; el agua ayuda a un buen terminado de estructura fibrosa, a través del proceso de acabado; el aire da a la hoja la formación de interfaces fibra- minerales que son esenciales en sus características ópticas; los minerales, son las partículas que rellenan los huecos entre fibras, y también proporcionan posibilidades de dotar el papel de propiedades superficiales y ópticas; las sustancias químicas, dan a la hoja propiedades de resistencia o apoyan en la buena operación de la máquina de papel.

El papel es una lámina plana anisótropa, porque tiene una característica, la de presentar propiedades diferentes en función de la dirección en que es examinado. Durante la

¹ CRUZ Julián. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. (revistavirtualpro). Volumen1. N°148. Ecuador, pag.49. Mayo 2014
http://www.revistavirtualpro.com/ediciones/optimizacion_de_procesos_industriales_optimizacion_de_equipos
2013-10-24

formación la estructuración de la red fibrosa depende del tipo de formador y las características de los elementos de drenaje que determinan el movimiento de las fibras durante este proceso. En última instancia lo que busca un papelerero es elaborar una hoja de papel no únicamente con una distribución homogénea de las fibras sino que ésta, presente las mejores características de acuerdo al uso final de cada tipo de papel, es decir, una calidad óptima de la hoja de papel. En referencia a la calidad, debe tenerse en cuenta que la calidad de un papel no sólo depende de la calidad de materia prima, sino también de la eficiencia de todos los procesos que configuran el sistema de fabricación de papel.

1.2.1. Papel tissue

Se llama papel tissue a 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 microarrugas, las que le confieren elasticidad, absorción y suavidad. El crepado aumenta la densidad específica del papel y abre las fibras, permitiendo mayor capacidad de absorción y mayor flexibilidad que las de una hoja de papel corriente.

1.2.2. Breve historia del papel tissue

En 1857, el neoyorquino Joseph C. Gayetty lanzó al mercado lo que él denominó Papel Medicado Gayetty, bajo el llamado publicitario "un artículo completamente puro para su higiene". Así nació el moderno papel higiénico, que en aquel entonces consistía en hojas de papel manila sin blanquear, marcadas al agua con el apellido del inventor. Sin embargo, el éxito comercial no acompañó a aquella iniciativa, y el papel higiénico de Gayetty tuvo una precaria venta.

En Inglaterra, el fabricante Walter Alcock intentó lanzar su propio papel higiénico en 1879; en vez de fabricarlo en hojas sueltas lo hizo en rollos de hojas para ser arrancadas, separadas por líneas de perforación. Sin embargo, su iniciativa chocó con el puritanismo inglés de la época, al que no le parecía conveniente ver semejante producto en los estantes de las tiendas. Los fallidos intentos de Gayetti y Alcock fueron, finalmente, superados por los hermanos estadounidenses Edward y Clarence Scott, quienes, merced

a una agresiva y eficaz campaña publicitaria, se llevaron el honor de obtener el triunfo comercial de los rollos de papel higiénico, introduciendo al mercado una marca que aún hoy se comercializa activamente.

1.2.3. Descripción Del Proceso Del Papel

El proceso productivo del papel tissue consiste en los siguientes pasos:

- Materias primas
- Preparación de pasta y refinación
- Prensado
- Secado
- Crepado
- Línea de conversión

1.2.3.1. Materias primas

Las fibras de todo papel se produce con fibras de origen vegetal, las que se entrelazan en un proceso de formación en húmedo y luego se secan para formar una hoja continua. Las fibras se obtienen de la celulosa (fibra virgen) o de papeles viejos (fibra reciclada), y pueden ser combinadas en distintas proporciones en la fabricación de papel tissue, según las características y usos de cada producto. La fibra virgen se extrae de madera de fibra corta de eucalipto y madera de fibra larga de pino.

La fibra reciclada es obtenida de papeles y cartones viejos, los que son sometidos a un proceso industrial donde se separan las fibras vegetales, de las impurezas propias del papel usado.

1.2.3.2. Preparación de pasta y refinación

La fibra reciclada y la fibra virgen se mezclan con agua y aditivos químicos en una gran batea llamada pulper, que opera como una juguera y da forma a una pasta acuosa que contiene las fibras.

1.2.3.3.Prensado

La pasta es conducida a través de prensas que, por presión y succión, eliminan el exceso de agua y provocan la unión de las fibras. Las fibras en suspensión acuosa obtenidas en el proceso de preparación de pastas son sometidas a una depuración final en ciclones, e inyectadas a la sección de formación de la máquina papelera, que posee una malla sin fin, donde las fibras se acomodan (formación de una hoja húmeda). En ella son desaguadas por gravedad y vacío.

1.2.3.4.Secado

En la fase de secado se elimina el agua que se encuentra dentro de la fibra. Este proceso ocurre al pasar la hoja entre un cilindro calentado con vapor y un secador que expelle aire calentado con gas natural. La hoja húmeda es transferida a alta velocidad – alrededor de 100 km/hora– a un paño continuo, similar a una alfombra, que la transporta y la traspa a prensada a un cilindro metálico de grandes dimensiones, calentado internamente por vapor. Sobre este cilindro la hoja es calentada y, adicionalmente, se le inyecta por fuera aire a alta velocidad, a una temperatura aproximada a los 500° C. A través de todo este proceso la hoja es completamente secada.

1.2.3.5.Crepado

Este proceso genera en la hoja de papel una onda tipo acordeón que le confiere elasticidad, y que mejora su suavidad y su absorción respecto de los papeles lisos. Una lámina metálica aplicada al cilindro secador separa de éste la hoja de papel y la arruga, otorgándole una textura rugosa que imita a la del género y que le da sus propiedades de flexibilidad, absorción y suavidad. La hoja continua es retirada o raspada desde el cilindro mediante una lámina raspadora, al tiempo que es enrollada. Como el enrollado se hace a menor velocidad que la del secador, la hoja tiende a arrugarse contra la lámina raspadora produciendo el crepado característico del papel tissue.

1.2.3.6.Línea de conversión

Es la fase que transforma y dimensiona el papel al formato de los productos finales: papel higiénico, servilletas de papel, pañuelos desechables, pañales infantiles y toallas absorbentes, entre otros.

1.2.3.7. Conversión de rollos de papel higiénico

Los jumbos son desenrollados a alta velocidad y pasan por los gofradores, que son cilindros de acero que estampan al seco un relieve o diseño en el papel tissue, con el propósito de decorarlo y de mejorar sus propiedades de suavidad y absorción. La hoja gofrada entra a la bobinadora, donde es prepicada o perforada para luego ser enrollada en “logs” (rollos del mismo ancho del jumbo y del diámetro del producto final). El log es cortado al tamaño final del producto (papel higiénico aprox. 12 cm y toallas de papel, aprox 20 cm) en sierras continuas rotatorias.

Para el caso de productos con figuras impresas, se recurre a una impresora flexográfica que está instalada entre el gofrador y la bobinadora.

Los rollitos terminados son conducidos por cintas transportadoras a las máquinas empaquetadoras, que los envasan en polietilenos impresos, constituyéndose, así, el producto terminado.

1.2.3.8. Conversión de doblados (servilletas, toallas faciales, pañuelos)

Los jumbos se desenrollan y cortan longitudinalmente en cintas de papel, de acuerdo al ancho que tendrá la servilleta o pañuelito. Estas cintas continuas son gofradas o impresas en línea según el producto, plegadas en sentido longitudinal y luego plegadas y cortadas mecánicamente en sentido transversal, originándose productos individuales (servilleta facial o pañuelo), que serán apilados y cortados mecánicamente, y transportados a las empaquetadoras donde son envasados.

En la figura 2 se observa las etapas del proceso de fabricación del papel tissue.²

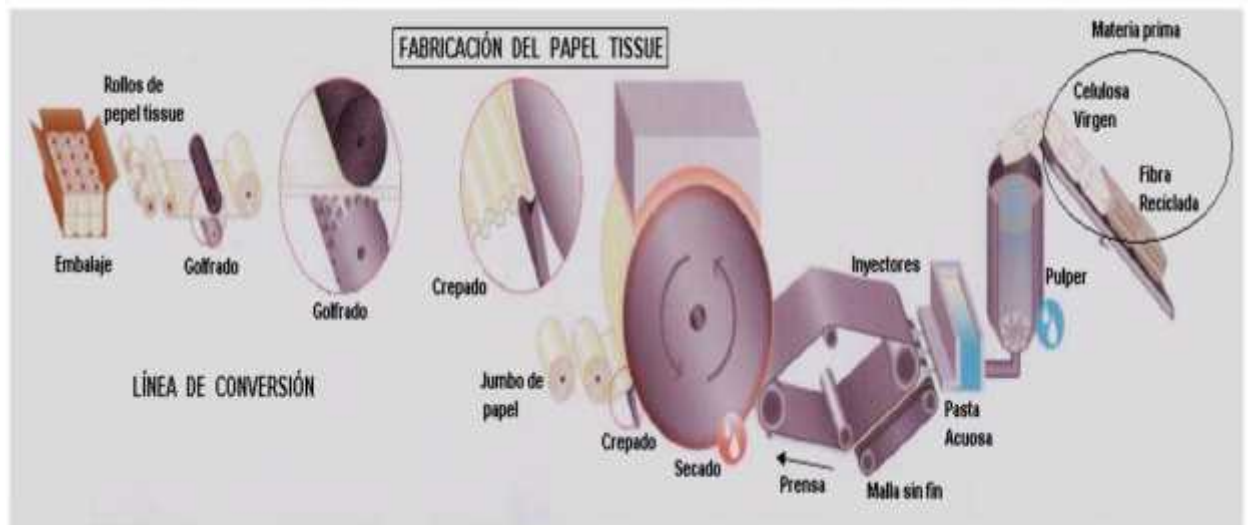


Figura 1. Etapas de fabricación de papel tissue

1.3. Fabricación Del Papel Y Fuentes De Contaminación Microbiológica

La fabricación del papel se realiza a partir de fibras celulósicas obtenidas de madera (40,4%), pasta no procedente de la madera (1,1%), papel recuperado (43,9%) y materiales no fibrosos (14,6%) (CEPI 2010).

El uso de papel reciclado como materia prima tiene como consecuencia, una contaminación microbiológica mil veces superior a las pastas de fibra virgen. Esto se debe principalmente a la suciedad y a la humedad del medio en el que se recoge, transporta y almacena antes de su reutilización en la fábrica.

1.3.1. Almacenamiento papel recuperado

En la fabricación de la pasta, la primera etapa del proceso es la desintegración de las materias primas, que consiste en la separación de las fibras para obtener una masa

² **PAPEL** . Industrial Water Heaters. Mier,28-12-2005

<http://www.textoscientificos.com/papel>

2013-12-28

fibrosa apta para la posterior producción de papel. Esta etapa se lleva a cabo mediante procedimientos mecánicos, térmicos y químicos, siendo de vital importancia el uso del agua. El agua de alimentación, puede contribuir al crecimiento microbiano sufriendo nutrientes e introduciendo nuevos microorganismos al sistema. La calidad del agua varía en función de la fuente donde se toma (agua superficial o aguas subterráneas), la estación y la localización geográfica. Por ejemplo, el uso de agua superficial aumenta la presencia de algas en el sistema, especialmente cuando se utilizan sin tratamiento previo o cuando se reutilizan las aguas de proceso. En este caso se observa un aumento en la concentración de microorganismos filamentosos presentes en el sistema, como las bacterias del hierro y del azufre y los actinomicetes.

Tras la desintegración, la pasta se depura para eliminar contaminantes de gran tamaño (plástico, metales o cintas adhesivas), se destinta y se blanquea. Posteriormente, la pasta se introduce en la caja de entrada de la máquina de papel, que distribuye de manera homogénea la suspensión de pasta sobre la mesa de formación, obteniéndose así una banda continua de papel. La máquina de papel se divide en dos secciones principales:

- Sección húmeda: la suspensión de pasta se dosifica sobre la tela de formación para obtener un gramaje determinado. El agua que contiene la pasta se elimina por gravedad (en la mesa de formación), luego por succión (producida por las cajas de vacío) y, por último, por prensado, alcanzando la banda de papel un 40% de sequedad al final de esta sección.

- Sección seca: el papel se seca posteriormente con unos rodillos giratorios que se calientan por medio de vapor de agua y por los cuales avanza la banda de papel.

En función del producto final, será necesario llevar a cabo una serie de tratamientos superficiales para mejorar sus propiedades como: la resistencia, el brillo, la opacidad, etc. Los tratamientos superficiales más utilizados son el calandrado, el estucado y el encolado.

Las disoluciones o suspensiones de aditivos, cargas minerales, pigmentos, almidones, baños de estucado, etc., pueden ser otra fuente importante de microorganismos, especialmente cuando se almacenan largos periodos de tiempo y en malas condiciones, permitiendo su crecimiento. Las cargas minerales y los adhesivos, que se encuentran en

las pastas recicladas, facilitan la formación de depósitos, al ser éstos puntos de anclaje para las colonias de bacterias y hongos. Por el contrario, cabe señalar que la presencia de colofonias (resinas naturales) y compuestos de aluminio retrasan, en general, la proliferación de los microorganismos (Hughes 1993).

1.3.2. Microorganismos en la industria papelera

Las aguas de proceso de la industria papelera tienen una gran variedad de microorganismos debido a que sus características son extremadamente favorables para el crecimiento de los mismos (Tabla 1.1). No sólo son adecuadas las condiciones de pH, sino que además estas aguas contienen sustancias disueltas biodegradables necesarias para su desarrollo, como fuentes de carbono (celulosa, almidones, etc.), Nitrógeno (caseína), sales minerales, fosfatos, sulfatos, sodio, potasio, calcio, magnesio y oligoelementos como Fe, Zn, Cu.

TABLA 1. 1. COMPOSICIÓN TÍPICA DE LA MICROFLORA DE LAS MÁQUINAS DE PAPEL Y CARTÓN.

Autor (año)	Microorganismos aislados
Oppong y col. (2000)	Bacterias productoras de depósitos rosas: <i>Micrococcus agilis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Serriata sp</i> , <i>Alcaligenes viscosus</i> .
Suihko y col. (2004, 2005) Suihko y Skytta (2009)	Mesofílicos: <i>Brevibacillus</i> , <i>Bacillus</i> y <i>Paenibacillus</i> . Termofílicos: <i>Bacillus</i> , <i>Geobacillus</i> , <i>Paenibacillus</i> , proteobacteria y actinobacteria. Los más frecuentes: <i>B. Simplex</i> <i>B. Licheniformis</i> <i>B. Amyloliquefaciens</i> <i>B. Cereus</i> (5%), <i>Pseudomonas taiwanensis</i> <i>Paenibacillus ste Ilifer</i> , <i>P. Turicensis</i> o <i>Leptothrix sp.</i> <i>Brevacillus centrosporus</i> y <i>Hydrogenophilus thermoluteolus</i> .
Oppong y col. (2003)	<i>Flectobacillus sp.</i> <i>Chryseobacterium</i> , <i>Norcardiopsis alba</i> y <i>Streptomyces</i> , <i>Albido alvus</i> aislados de pasta.
Desjardins (2003)	<i>Pseudomonas</i> , <i>Bacillus</i> y <i>Pseudoxanthomonas</i> .
Lal. Y col. (2008)	<i>Pseudomonas</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Burkholderia</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Alcaligenes</i> y <i>Klebsiella</i> .

(Continuación)

Autor (año)	Microorganismos aislados
Kjeldsen y col. (2009)	Aislamiento de bacterias sulfato reductoras de una planta que usa papel reciclado.
Prince y col. (2009)	<i>Chloroflexi</i> <i>Clostridiales</i> , <i>Bacillus</i> ,

	<i>Burkholderiales</i> y el género <i>Deinococcus</i> . <i>Deinococcus sp.</i> , <i>Meiothermus sp.</i>
Disnard y col. (2011)	Chloroflexi Clostridiales, Bacillus, <i>Burkholderiales</i> y el género <i>Deinococcus</i> . <i>Deinococcus sp.</i> , <i>Meiothermus sp.</i>

Fuente: MICROBIOLOGÍA DEL PAPEL. TORRES GARCÍA, Claudia E. 2012
<http://eprints.ucm.es/17616/1/T34162.pdf>
2014-01-22

Si la concentración de oxígeno es suficiente, se desarrollarán preferentemente bacterias aerobias, entre las que se encuentran las principales responsables de la producción de depósitos microbiológicos. Por el contrario, si la concentración de oxígeno disminuye, habrá predominio de especies anaerobias, que son las responsables de los problemas de olor y corrosión. Por otra parte, el aumento de la temperatura hace que las poblaciones varíen de especies mesófilas a especies termófilas, las cuales tienen una menor tendencia a la formación de depósitos microbiológicos, pero son más difíciles de eliminar debido a su capacidad para formar esporas. La descripción anterior pone de manifiesto la importancia, no sólo microbiológico, sino también de su origen, con el fin de poder seleccionar el tratamiento más adecuado para su prevención, tratamiento y control en cada caso particular.

Los depósitos en las máquinas papeleras son causados por una combinación de contaminantes. La mayoría de lodos depositados presentan una combinación de componentes microbiológicos y químicos

Todos estos problemas son causados por tres tipos de organismos que son: bacterias, hongos y algas. Los dos primeros son muy importantes. Las algas solo actúan en sistemas que estén expuestos a la luz solar.

Estos organismos difieren en su forma y en sus funciones biológicas, por lo tanto se trataron por separado.

El desarrollo incontrolado de microorganismos en las fábricas de papel y cartón produce graves pérdidas económicas debido a diferentes causas como muestra la Figura2.

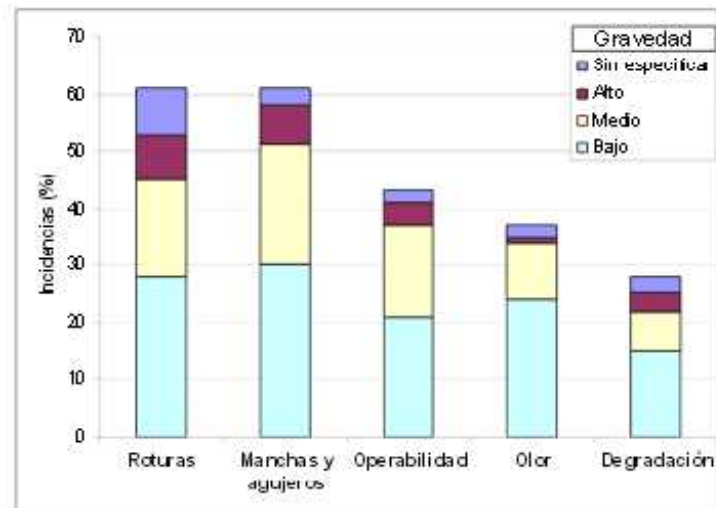


Figura 2. Frecuencia de los diferentes problemas en la industria de papel asociados a microorganismos.

1.3.3. Formación de depósitos microbiológicos, agujeros y manchas

Una biopelícula se define como una comunidad de microorganismos que crecen adheridos a una superficie, inmersos en una matriz de sustancias poliméricas extracelulares (EPS). La matriz de EPS confiere a estas bacterias una mayor resistencia frente a agentes externos. Las biopelículas pueden estar presentes en distintos puntos del proceso:

- Interfase sólido-líquido, en el fondo de tanques de almacenamiento y en tuberías,
- Fase líquida, formando aglomeraciones en el agua,
- Interfase líquido-aire, en la superficie de tanques de almacenamiento de aguas donde los niveles cambian continuamente y
- Interfase aire-sólido, sobre las partes del proceso donde no fluye agua.

Las biopelículas presentan características físicas variables y se acumulan a distinta velocidad en función de las características del sistema, condiciones de limpieza de la máquina, carga microbiana inicial, etc.

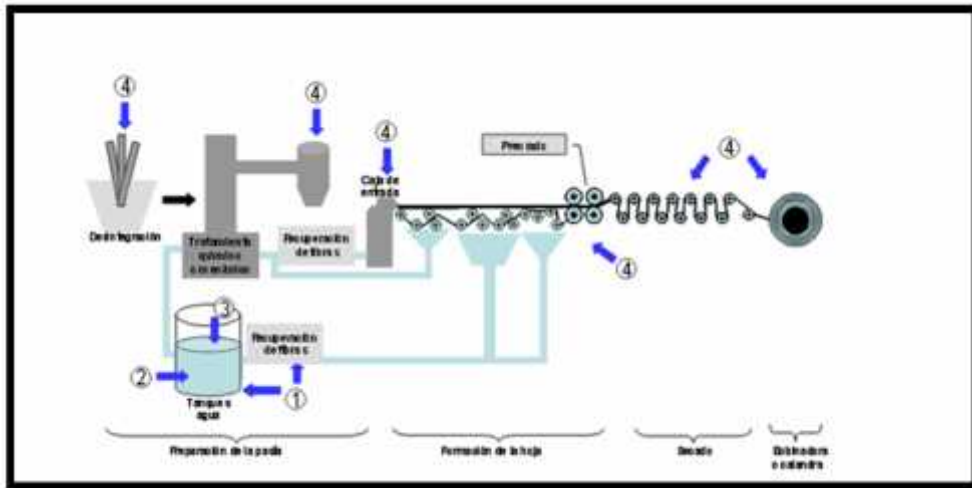


Figura 3. Esquema de la producción de papel y puntos críticos de formación de biopelícula

En la industria papelera la biopelícula, además de los microorganismos y de la matriz de EPS, presenta fibras, finos y cargas minerales (Fig. 4). Si además existen depósitos de partículas sólidas en alguna parte del sistema de tuberías, los microorganismos pueden acumularse alrededor de ellas. Un exceso de biopelículas en los circuitos de agua produce defectos en el papel o roturas durante la fase de formación de la hoja, por lo que pueden conducir a importantes pérdidas económicas.

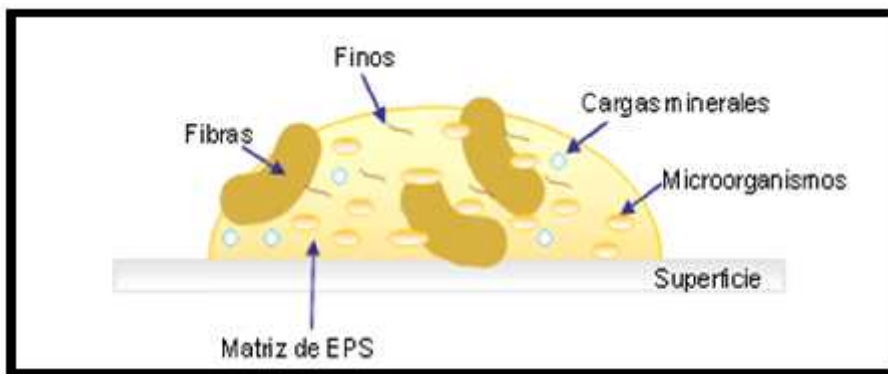


Figura 4. Esquema de una biopelícula.

1.3.4. Producción de gases explosivos y de malos olores

La producción de gases explosivos y de malos olores por ciertas bacterias es de gran importancia en fábricas que utilizan fibras recicladas como materia prima. Este problema se debe a la presencia de bacterias anaerobias y aerobias. Entre las anaerobias destacan el género *Clostridium* y de las bacterias productoras de metano, causantes de

graves accidentes en varias fábricas de cartón (Rowbottom 1989 y 1993, Rochibaud 1991, Sorrelle y Belgard 1991, Cox 1989).

Los problemas de malos olores se deben a la generación de ácidos grasos volátiles y de ácido sulfhídrico. Los ácidos grasos más comunes son el acético (C2), propiónico (C3) y butírico (C4). Numerosos organismos anaerobios producen estos ácidos, como producto final de la metabolización de compuestos orgánicos como proteínas, almidón y otros.

En el caso de las bacterias aerobias, encontramos géneros como *Streptomyces albus*, productor de metilsoborneol y geosmin (Merdsker y col. 1969, Gerber 1983, Blevins y col. 1995, Sugiura y col. 1997, Sugiura y col. 1998); *Bacillus licheniformes*, productor de 3-metil-3-sulfanil hexano-1-ol (Trocaaz 2004) y *Acinetobacter baumannii*, *Citrobacter freundii* y *Klebsiella oxytocaque* son bacterias heterotróficas que, al descomponer la materia orgánica, producen compuestos sulfurados.

1.4. Control microbiológico en la industria

Los métodos comúnmente empleados para el control y prevención microbiológica se pueden dividir en diferentes categorías: programas preventivos (recubrimientos y protección catódica), programas de limpieza y programas de control.

Los programas preventivos controlan las características físicas que debe tener la máquina para evitar la formación de los depósitos microbiológicos, o al control de la calidad tanto de las materias primas usadas en el proceso como de las diferentes zonas susceptibles de contaminación. Algunos ejemplos son, el tratamiento del acero de la máquina sometido a tratamientos mecánicos y/o electrolíticos o el uso de revestimientos no tóxicos como la silicona, resinas epóxicas o compuestos fluorados; que eviten o dificulten la formación de la biopelícula.

Cuando la instalación está en funcionamiento, los programas preventivos deben incluir el tratamiento de las corrientes de entrada al sistema (la alimentación del agua fresca o la incorporación de los aditivos), el control del tiempo de residencia y de la agitación en los tanques de almacenamiento (para evitar zonas muertas que puedan llevar a la

aparición de ambientes anaerobios), el control químico del potencial incrustante del agua y por último, la optimización del proceso de retención, para reducir la presencia de nutrientes como de depósitos de finos, cargas, residuos resinosos y otros aditivos.

Antes de aplicar un programa de control, hay que limpiar las superficies de depósitos biológicos, orgánicos e inorgánicos para evitar problemas en el proceso. Los programas de limpieza pueden ser de tipo físico o químico (Flemming 2002).

- Limpieza física: elimina los depósitos por medios físicos, puede consistir en una operación de cepillado, en hacer incidir agua, arena o gravilla contra la superficie a limpiar, o en la incorporación de esferas de goma limpiadoras.

- Limpieza química: consiste en la eliminación de depósitos mediante la adición de sustancias que reaccionan con el mismo. Se suele aplicar precedida de una limpieza física. Es efectiva en zonas de difícil acceso y áreas de ataque localizado. En el caso de las incrustaciones (carbonato cálcico, sulfatos o silicatos), se requiere un tratamiento, por lo general, a partir de ácidos inorgánicos, como el ácido clorhídrico o el ácido sulfhídrico, polímeros de fosfatos orgánicos o fosfatos. Por otro lado, los depósitos microbiológicos también se pueden limpiar mediante proceso físico o mediante el uso de dispersantes para mantener los microorganismos en suspensión.

1.5. Calidad higiénica de los productos papeleros

La calidad higiénica de los productos papeleros, se ve afectada por la capacidad de algunos de los microorganismos de crear esporas resistentes al calor de la zona de secado de la máquina de papel. Entre los más destacados se encuentran el género *Bacillus*, *Brevibacillus* y *Paenibacillus* (Alén 2007). La producción de productos higiénicos de papel, como el papel tissue o los diferentes envases para alimentos, requieren que estos índices de esporas sean bajos, ya que pueden poner en peligro la inocuidad de los alimentos (Pirttijärvi y col. 1996).³

³ MICROBIOLOGÍA DEL PAPEL. TORRES GARCÍA, Claudia E. 2012
<http://eprints.ucm.es/17616/1/T34162.pdf>
2014-01-22

1.6. Los microorganismos en la industria del papel

Eficiencia en la operación:

- Interferencia microbiológica directa (formación de depósitos). Hongos y bacterias.
- interferencias indirectas (corrosión y efectos anaeróbicos). Sólo bacterias.

1.6.1. Formación Directa: Mohos

- Los mohos causan depósitos al atrapar materiales hidratados en sus estructuras filamentosas.

1.6.2. Bacterias De Hierro

- Forman depósitos y no agentes de corrosión.
- Turbidez y color rojo en el agua.
- Malos olores y sabor desagradable.
- Reducen tamaño efectivo de tuberías.
- Acumulaciones migratorias obstruyen válvulas y bombas.
- El hierro soluble puede incrementar el uso de productos químicos.

1.6.3. Bacterias Sulfato – Reductoras

- Crecen mejor a temperaturas entre 70 – 90°C.
- Les favorece un rango de pH entre 5 y 9. El óptimo es 6.0 a 7.5.
- Se encuentran en áreas de bajo flujo o poca agitación.
- Fondo de tanques, clarificadores, tanques de aditivos, entre lamas y mohos.

1.6.4. Formación Indirecta: Bacterias

- Bacterias de Hierro.
 - Hierro ferroso – Hierro férrico, precipitación hidrato férrico
- Bacterias de azufre.
 - Sulfato – sulfuro, corrosión de picaduras.

1.6.5. Bacterias De Hierro

- Forman depósitos y no agentes de corrosión.
- Turbidez y color rojo en el agua.
- Malos olores y sabor desagradable.
- Reducen tamaño efectivo de tuberías.
- Acumulaciones migratorias obstruyen válvulas y bombas.
- El hierro soluble puede incrementar el uso de productos químicos.

1.6.6. Bacterias Formadoras de slime o biofilm: Estas pueden ser aerobias o anaerobias facultativas, mesófilas y esporuladas o no esporuladas. Anaerobias estrictas mesofilas corrosivas. Filamentosas aerobias mesofilas. Esos tipos causan problemas a diferente nivel y por tanto se tratan por separado:

- ❖ Aerobias o anaerobias facultativas formadoras de slime no esporuladas.

Dentro de estas tenemos:

- *Flavobacterium* (pigmento amarillo)
- *Mucoides*
- *Aerobacter*
- *Pseudomona* (pigmento verde azulado)
- *Escherichia coli*

Estas bacterias dan un crecimiento gelatinoso, flocoso, mucilaginosos y pueden ser pigmentadas. El N₂ y el O₂ son necesarios para la cromogénesis y también los carbohidratos pueden favorecerla. Estos organismos ocasionan el ensuciamiento del sistema, formación de lodos, taponamiento de filtros o mallas y decoloración de la pulpa, también pueden producir problemas de fetidez en áreas estancadas. Numerosos materiales tales como soluciones de almidón, encolantes y productos nitrogenados sufren cambios y olores putrefactos si las condiciones de estancamiento prevalecen.

❖ Aerobias esporogenas formadoras de slime

- *Bacillus subtilis*
- *Bacillus cereus*
- *Bacillus megatherium*
- *Bacillus mycoides*

Estas bacterias por ser esporuladas son resistentes al calor y son las que encontramos en el papel formado. Tienen un crecimiento gelatinoso produciendo slime, lodos y los mismos problemas enumerados en las no esporuladas.

❖ Anaerobias corrosivas.

Dentro de estas tenemos dos (2) tipos:

- *DESULFOVIBRIO*

Sulfato reductora, esa bacteria tiene la capacidad de reducir los sulfatos a H₂S. Este H₂S con el agua se convierte en ácido sulfúrico que causa corrosión en superficies metálicas. Estas bacterias crecen en íntimo contacto con el metal, bajo las capas de la corrosión redondos dentados que son característicos.

- *CLOSTRIDIUM*

Estas bacterias son anaeróbicas estrictas y además esporuladas, por lo tanto son más resistentes, producen también H₂S causando corrosión, este H₂S lo produce a diferencia con *desulfovibrio*, de aminoácidos sulfurados. Pueden causar: corrosión, malos olores, putrefacción y además produce celulasa, produciendo deterioro de la pulpa.

1.6.7. Bacterias Filamentosas

Estas bacterias se caracterizan por formar filamentos largos e incluye 2 grupos representativos:

- a) Bacterias depositadoras de hierro (*galionella* y *sphaerotilus*).
- b) Bacterias depositadoras de azufre (*beggiatoa*).

- a) Estas bacterias toman su energía de la oxidación del hierro convierten el hierro ferroso soluble en hierro férrico insoluble y lo depositan alrededor de ellas. Toman un color amarillo rojizo, estas se adhieren a las tuberías y originan depósitos considerables de hierro que comprometen seriamente la circulación.
- b) Se encuentran en aguas que tengan H₂S disuelto, estas bacterias oxidan este H₂S hasta convertirlo en azufre inorgánico o bien en sulfatos que se depositan en el interior de la bacteria. Estas bacterias son importantes en aguas que tengan H₂S

1.6.8. Hongos

Son organismos pequeños semejantes a plantas más superiores que las bacterias. Carecen de clorofila y la mayoría son esporulados. Se alimentan de materia orgánica, se pueden alimentar de almidón, celulosa (algunos), nutrientes azucarados, proteínas y grasas. Existen hongos macroscópicos (setas) y microscópicos; estos últimos son la gran mayoría y son los que más interesan.

Estos hongos son de dos tipos:

Mohos: Hongos filamentosos que crecen en forma de pelusa o lana.

Levaduras: Semejantes a bacterias unicelulares más pequeña que los mohos.

Los hongos todos son aerobios (necesitan O₂), crecen a temperaturas que oscilan entre los 22 – 30°C, a diferencia con las bacterias, crecen mejor a pH ácidos entre 3.5 y 7.5 a pH muy alcalino no crecen. Necesitan humedad relativa alta del medio 85%.

Todos los hongos forman depósitos, generalmente, gelatinosos produciendo lodos, también atacan las materias primas o aditivos. Producen celulasa sobre todo los mohos, bajando la calidad de la pulpa. Contiene pigmentos que decoloran la pulpa. Se

encuentran en grandes cantidades en papeleras especialmente, en las que utilizan pulpa gris o café.

Entre los mohos tenemos:

- 1) *Aspergillus*.
- 2) *Penicillum*.
- 3) *Trichoderma*.
- 4) *Alternaría*.
- 5) *Fusarium*.
- 6) *Cephalosporium* y mucho más.

Entre levaduras tenemos:

- 1) *Torula*.
- 2) *Monilia*.
- 3) *Sacharomyces*.
- 4) *Rhodotorula*.

Estas levaduras en presencia de carbohidratos; por Ej: almidón; pueden causar fermentación viscosa, mal olor, producción de lodos compactos y taponamientos

1.7. Consecuencias de la actividad de los Microorganismos

Las fábricas de papel y el papel en sí, son recursos orgánicos y como tal son susceptibles al ataque por microorganismos. Estos microorganismos pueden causar diversos problemas como:

1. Acumulación de lodos en las máquinas de papel, resultando una pobre formación de hojas (por ejemplo. Raspaduras, manchas y agujeros) y consecuentemente en pérdida de la producción y producción de papel inservible.
2. Suavidad en el acabado de las hojas.
3. Daños de los aditivos tales como: Agentes de encolado, emulsiones de recubrimiento, entre otros.
4. Malos olores debidos a la putrefacción por organismos anaerobios.

5. Corrosión de superficies metálicas especialmente en tanques de almacenamiento donde las bacterias anaeróbicas pueden producirla.
6. Decoloración de la pulpa especialmente en cajas de almacenamiento de alta densidad por pigmentación producida por hongos y bacterias.
7. Deterioro de la materia prima por destrucción de celulosa, debido a la producción de celulasa por hongos y algunas bacterias.
8. Tapones en mallas de refinación las cuales decrecen en eficiencia y permiten, además un medio adecuado para el crecimiento de bacterias corrosivas.
9. Pérdida de tiempo en la producción.
10. Menor eficiencia del equipo.
11. Pérdida del producto acabado y de la aceptación del cliente.
12. Reducción de flujos.
13. Reducción de agua removida por fieltros.
14. Mal olor en la hoja.
15. Emisión de gases tóxicos.
16. Perforación en la hoja.
17. Corrosión.
18. Reducción del brillo.
19. Formación de biofilms “slimes”.

1.8. Bactericidas

En la industria del papel, el agua circula durante largo tiempo en todo el sistema, enriqueciéndose en gran medida con sustancias que constituyen una fuente de nutrientes para los microorganismos, por lo que la tendencia a la proliferación de la población microbiana es muy fuerte. Sin embargo, para producir papeles de alta calidad es primordial mantener sistemas limpios, libres de malos olores, depósitos, etc., que ocasionan problemas de hojas reventadas y con manchas. Por esto es vital en todo proceso de papel contar con un control microbiológico total de bacterias, slime, hongos y levaduras.

1.8.1. Factores para escoger el biocida

Se debe tomar en cuenta como primer punto la efectividad frente a microorganismos que prevalecen en el sistema.

- Formación de “slime”.
- Corrosión localizada
- Deterioro de la pulpa
- PH del agua
- Compatibilidad del tratamiento contra corrosión y ensuciamiento.
- Consideraciones sobre descarga de aguas residuales.
- Tiempo de residencia del agua en al sistema.
- Debe tener un amplio espectro de actividad, es decir, debe cubrir una amplia gama de microorganismos (bacterias y hongos).
- Efectivo a baja concentración: Mientras más baja es la dosis, más económico resulta el tratamiento. Efectivo en un amplio rango de pH.
- Solubles en agua.
- Compatible con otras especies químicas en el medio.
- Alta persistencia: Debe ser efectivo a través del tiempo.
- Fácil de neutralizar: Debe poseer mecanismos desactivadores para su posterior neutralización.
- Baja toxicidad humana: No debe ser perjudicial en su manipulación segura por parte del operador
- Ingredientes activos aprobados por las normas de la FDA(Food and Drug Administration)

1.9. Control de Calidad del Agua: Índice de Langelier

En todos los procesos industriales en donde se usa el agua, tales como circuitos de refrigeración abiertos o cerrados, producción de vapor etc., el control de la calidad del agua es fundamental. Además de controlar la dureza, el oxígeno disuelto etc. se puede utilizar un índice que nos da la tendencia a depositar carbonato de calcio o disolver carbonato de calcio. Este es el IL o índice de Langelier.

Podemos definir este índice como la indicación del grado de saturación del carbonato de calcio en el agua, el cual se basa en el pH, la alcalinidad y la dureza o sea que si el índice es negativo indica que el agua es corrosiva, pero si el Índice de Langelier es positivo, el carbonato de calcio puede precipitar y formar escamas o “sarro” en el recipiente o cañería de agua.

Es un índice que refleja el equilibrio del pH del agua con respecto al calcio y la alcalinidad; y es usado en la estabilización del agua para controlar tanto la corrosión como la escala de deposición

$$IL = p H - p H_s \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde pH es el potencial Hidrógeno medido del agua del circuito y pH_s es el potencial Hidrógeno del agua cuando está saturada con carbonato de calcio (o pH al cual se logra el equilibrio calco carbónico del agua)

El pH_s puede definirse como:

$$p H_s = 9.3 + a + b - c - d \text{ (Ecuación 2)}$$

Dónde:

a es una función de los sólidos concentrados totales

b es una función de la temperatura del agua

c es una función del calcio como dureza (ppm CaCO₃)

d es una función de la alcalinidad al “metil orange”

Calculo de los factores a, b, c, d

$$a = [\log(\text{TDS}) - 1] * \frac{1}{10} \text{ (Ecuación 3)}$$

$$b = -13.12 * \log(T) + 34.55 \text{ (Ecuación 4)}$$

$$d = \log(A) \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$c = \log(C) - 0.4 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Dónde:

TDS = Sólidos totales disueltos (mg/l)

T = temperatura del agua en °K

C = calcio como dureza (concentración de CaCO₃ mg/l)

A = Alcalinidad (concentración de CaCO₃ mg/l)

Si el IL está entre -1 a -4 la tendencia del agua en el circuito será muy corrosiva

Si el IL está entre -0.3 a -1 la tendencia del agua en el circuito será levemente corrosiva

Si el IL está entre -0.3 a +0,3 la tendencia del agua en el circuito será neutra, en balance

Si el IL está entre 0.3 a 1.5 la tendencia del agua en el circuito será levemente precipitante

Hay que tener en cuenta que con un aumento del TDS el agua se hace más corrosiva porque en las sales disueltas en el agua los iones negativos y positivos están divididos, entonces más sal existe en el agua más conductiva es debido a la presencia de electrones libres. En el proceso de corrosión está presente el intercambio de electrones.

Cuando la temperatura del agua aumenta, la solubilidad Ca (OH)₂, Mg (OH)₂ y CaCO₃ decrece. Por consiguiente estas sustancias precipitarán formando depósitos de sarro. ⁴

1.10. Método de Ryznar

El Índice de Estabilidad de Ryznar (RSI) es una modificación al Índice de Saturación de Langelier (LSI) para proporcionar una mejor indicación en la tendencia a la formación

⁴ CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA. CONSTRUSUR. 31 Ago 2014 <http://www.construsur.com.ar/News-sid-93-file-article-pageid-1.html>
2014-04-09

de incrustaciones de carbonato de calcio. Por ello, modificó la fórmula a la siguiente expresión:

$$\text{RSI} = 2\text{pH}_s - \text{pH} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Dónde:

pH_s = potencial Hidrógeno de saturación, que se calcula con la ecuación 2.

pH = potencial Hidrógeno actual del agua

Una vez calculado el índice de Ryznar se define el carácter del agua de una manera más detallada en la siguiente tabla:

Tabla 1. 2. TENDENCIA DEL AGUA DE ACUERDO AL ÍNDICE DE RYZNAR

ÍNDICE DE RYZNAR	TENDENCIA DEL AGUA
4 - 5	Muy incrustante
5 - 6	Ligeramente incrustante
6 - 7	Ni incrustante ni corrosiva
7 - 7,5	Ligeramente corrosiva
7,5 - 9	Muy corrosiva
9	Excesivamente corrosiva

Fuente: J.W. RYZNAR. A New Index for Determining Amount of Calcium Carbonate Scale Formed by a Water. J. American Water Works Association, 1944, vol. 36, no 4, según G. TCHOBANOGLOUS and E.D. SCHROEDER. Water Quality. Addison Wesley Publishing Company, 1985.

1.11. El agua en la elaboración de papel

El agua es uno de los insumos que en mayor proporción se utiliza en la elaboración de papel. Su utilidad se manifiesta en cada uno de sus procesos pues es un elemento fundamental para poder realizarlo con eficacia, es decir todos y cada uno de los procesos de preparación de pasta tiene como parámetro elemental la consistencia, dónde el agua es el componente controlador en el tanque de pasta, para poder entregar una pasta con las características adecuadas y propias para obtener una hoja de papel de buena calidad; y finalmente en el fieltro formador, a través de él se distribuye, orienta y

enlaza a las fibras de acuerdo a las necesidades de estructura y propiedades de la hoja de papel.

El consumo de agua en la industria del papel es alto, y es por ello que la industria papelería ocupa el cuarto lugar entre las industrias que necesitan mayor cantidad de agua en su proceso y para la generación de vapor requerido.

El abastecimiento del agua para la industria del papel proviene de la superficie terrestre o bajo ella, es decir de:

- Ríos
- Lagos
- Pozos profundos
- Deshielos

Las aguas superficiales contienen sustancias en suspensión y materiales disueltos diferentes de los que pueden encontrarse en el agua proveniente de un pozo profundo, mientras que en las primeras abundan las sustancias orgánicas disueltas, en las segundas diversos tipos de sales. Por todo ello es necesario tratarla químicamente y por filtración antes de ser alimentada a los procesos de elaboración de papel.

Al agua que se utiliza por primera vez en la máquina de papel, cualquiera que sea la fuente de abastecimiento a la planta, se le denomina agua fresca.

El otro tipo de agua de fundamental importancia es la de recirculación; fluido que en la medida que se optimice su uso redundará en los costos de producción y al mismo tiempo reduce la posibilidad de contaminación ambiental, ésta es el agua blanca.

Agua blanca

Se denomina blanca no por ser así su color, sino que es aquella que drena a través de la malla del formador junto con fibras y materiales debido a las fuerzas hidráulicas e

hidrodinámicas creadas por los elementos de drenaje, la cual es recogida por una bandeja ubicada bajo de ellos.

El agua blanca puede ser:

- a.- Agua blanca rica
- b.- Agua blanca pobre

El agua blanca es rica en la medida que tenga una gran cantidad de fibras y otras sustancias utilizadas en la elaboración del papel y por el contrario es pobre en la medida que carezca de ellos.

Usos del agua blanca

El principal uso que se le da al agua blanca es como fluido de dilución de la pasta nueva alimentada a la máquina de papel, esto es, el agua blanca se alimenta, hacia la bomba Fan, en donde al mismo tiempo también se añade la pasta nueva proveniente de la caja elevada que a su vez la recibe del tanque de máquina o de pie de tela, la cantidad de pasta nueva adicionada está en función del peso base que se desea obtener. Es aquí donde se tiene el principal uso del agua blanca. Sin embargo, también su uso es importante en diluciones, lo ideal es asegurar que tenga un óptimo uso, aunque esto puede verse limitado por algunos factores que impiden que el Sistema se cierre completamente. Estos factores son básicamente económicos y en tal caso el costo del reuso del agua blanca debe ser analizado con respecto a la cantidad y calidad del papel.

1.11.1. Factores que limitan la reutilización del agua blanca

- Contenido de impurezas orgánicas

El agua blanca puede contener elementos orgánicos que de alguna manera pueden ocasionar reacciones negativas en el proceso de elaboración de papel, lo que limita su uso inmediato y por consiguiente se hace necesario en este caso un tratamiento químico o físico para eliminarlos.

- Creación de la espuma

Debido a los movimientos bruscos a que se ve sometida la suspensión fibrosa en el equipo y tanques, sobre todo cuando estos tienen caídas de pasta abierta, algunos materiales presentes en el agua forman espuma. Por lo que es necesario utilizar antiespumantes que pueden afectar la calidad del papel.

- Formación de Incrustaciones

Los residuos orgánicos y químicos que se tienen en el agua blanca pueden formar incrustaciones en las tuberías y equipos generándose problemas de eficiencia y producción.”⁵

BIOFILMS

Los biofilms se caracterizan por tener sustancias poliméricas extracelulares, de manera principal polisacáridos los cuales tienen la función de rodear y encerrar las células.

Las bacterias existen en la Naturaleza en dos estados:

- a) bacterias planctónicas, de libre flotación, y
- b) bacterias biofilm, en colonias de microorganismos sésiles.

Desde los tiempos de Koch, muchos científicos se han limitado al estudio de los gérmenes planctónicos, libremente suspendidos. Solo existe una pequeña fracción de bacterias que se hallan en forma planctónica aproximadamente el 1% vive en éste estado, el 99% representa las bacterias que se encuentran en forma de biofilms.

⁵ CORPORACIÓN CENTRO DE CAPACITACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INDUSTRIA PAPELERA. La Máquina Papelera: Formación y Vacío – Prensado y Secado. 2da ed., Pereira- Colombia. 2004, pp. 112-117.

Los biofilms se crean cuando las bacterias libres flotantes encuentran una superficie, luego se adhieren a ella y, a continuación, emiten señales químicas para permitir formación de estructura, que incluye también la formación de una cubierta protectora.

Los microorganismos pueden adaptarse a condiciones para formar biofilms en casi en cualquier ambiente en estado líquido. La interfase sólido-líquida entre una superficie y un medio acuoso un ambiente ideal para la adherencia y crecimiento de microorganismos. Los biofilms son ubicuos en la Naturaleza y están presentes en todo cuerpo natural de agua.

Dentro de diferentes presentaciones de biofilms tenemos, el limo o película que recubre un jarrón en el que se ha tenido flores, el material resbaladizo que tapiza las piedras de los lechos de los ríos, la placa dental es uno de los ejemplos cotidianos hay que combatir la película de bacterias que cubre la superficie dental para evitar el desarrollo excesivo de microorganismos que puede provocar un deterioro del esmalte.

Los biofilms bacterianos son la forma más antigua de supervivencia procariótica estudios revelan en fósiles que microorganismos procariotes han estado viviendo en biofilms desde la época antigua , debido a que las bacterias se tienen ventajas al ser protegidas por los biofilms frente a cambios del medio como humedad, temperatura pH.

La capacidad de formar biofilm no es característico de ningún grupo de microorganismos y, se considera que bajo condiciones ambientales adecuadas la mayoría de las bacterias, puede subsistir dentro de biofilms adheridos a superficies en una interfase sólido/ líquida, Esta adhesión a una superficie húmeda, el biofilm no puede ser removido mediante lavado suave.

Cada comunidad microbiana que se ha desarrollado en biofilm es única y específica en su género, aunque algunas características estructurales pueden ser consideradas generales.

La estructura de los biofilms está basada principalmente por grandes colonias de bacterias sésiles adheridas a una matriz polimérica extracelular o glicocálix, constituyen una forma diferente al de las mismas bacterias en estado de libre flotación.

El 97% de ésta matriz está compuesta de agua, también está formada por exopolisacáridos (EPS), los cuales son producidos por los microorganismos presentes en la matriz y se constituyen su componente fundamental. En menor cantidad se encuentran otras macromoléculas como proteínas, ácidos nucleicos, y diversos productos. El conjunto de polisacáridos, ácidos nucleicos y proteínas se conocen bajo el nombre de sustancias poliméricas extracelulares (SPE). Otro tipo de componentes que se encuentran en la matriz son cristales de sales minerales, partículas de corrosión y/o sedimentos.

La formación de un biofilm depende de las características del sustrato al cual se une y a otros aspectos del medio ambiente como p H, temperatura, nutrientes.

CICLO VITAL DE LOS BIOFILMS

El ciclo vital de los biofilms puede ser dividido en 3 partes: adhesión, crecimiento y separación o desprendimiento.

Para que exista la primera fase el sustrato tiene que ser adecuado luego se produce la adhesión irreversible de la bacteria a la superficie, dicha adhesión se produce mediante flagelos, o finas fibrillas.

Para la segunda fase, ocurre una división de células y las células hijas se adhieren alrededor del punto de unión teniendo un comportamiento similar a la formación de colonias en agar.

Para la tercera etapa cuando el biofilm ha alcanzado la madurez, algunas células, ya sea aisladamente o en conglomerados bacterianos, se separan de la matriz para poder colonizar nuevas superficies, cerrando el proceso de formación y desarrollo del biofilm.

El desprendimiento puede ser resultado de fuerzas externas al biofilm o de procesos activos inducidos por éste.

Las bacterias biofilm presentan el biofilm provee de una barrera física que aumenta la resistencia a ser eliminadas.

1.11.2. Ensayo de jarras

Es un ensayo que trata de simular las condiciones en que se realizan el proceso de coagulación y de sedimentación. Se constituye en la principal herramienta de trabajo para el control de la operación de las plantas

De acuerdo con los resultados de este ensayo se deben dosificar los miligramos por litro (mg/l), que dará una máxima calidad de agua con el mínimo consumo de coagulantes.

El objetivo del ensayo de jarras es determinar la dosis correcta para un ensayo

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Muestreo

Se utiliza el “Muestreo aleatorio simple, el procedimiento empleado es el siguiente:

- 1) se asigna un número a cada individuo de la población y
- 2) a través de algún medio mecánico (bolas dentro de una bolsa, tablas de números aleatorios, números aleatorios generados con una calculadora u ordenador, etc.) se eligen tantos sujetos como sea necesario para completar el tamaño de muestra requerido.”⁶

Se identifica el área de formación de biofilm, y se eligen puntos de los mismos, tomándose una muestra representativa de la capa de biofilm formado por las bacterias.

Se toma la muestra de las tuberías de la máquina papelera N° 5 con la ayuda de guantes una espátula y un envase para muestras, se escoge un área de $10 \times 10 \text{ mm}^2$, y se pesa la cantidad de slime formado. Dando un peso de 2 gramos.

Se evidencia olor desagradable producido por las incrustaciones presentes en los puntos de muestreo al momento de tomar las muestras.

2.2. Metodología

2.2.1. Métodos y técnicas

⁶ MUESTREO. DANAÉ, Paulina. 27-05-2008
(4)<http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestrero.pdf>
2014-05-08

2.2.1.1.Métodos

Se utiliza método experimental, se realizan análisis microbiológicos de la presencia de bacterias, hongos, levaduras, antes y después de realizar varios ensayos con diferentes bactericidas.

Además se verifica la presencia de las bacterias más representativas formadoras de biofilm en la industria papelera.

También se utiliza el método inductivo, el cual permite mediante los resultados obtenidos de las varias pruebas realizadas con diferentes bactericidas se evalúa mediante evidencias físicas y fotográficas la eliminación de la película de incrustaciones o biofilm formado en las tuberías de la empresa Familia Sancela del Ecuador.

Analítico

Se realiza un seguimiento de variables del agua de ingreso que pasa por un tratamiento de clarificación de las variables físicas y químicas como p H, Temperatura, conductividad, TDS, calcio, alcalinidad total, sílice, Índice de Langelier, Índice de Ryznar, para determinar si el agua tiene una tendencia incrustante o corrosiva.

Experimental

Determinando las variables del agua de ingreso se concreta que el carácter del agua es variable entre ligeramente incrustante hasta corrosiva.

2.2.1.2.Técnicas

TABLA 2. 1. TÉCNICAS UTILIZADAS EN ANÁLISIS DE AGUA

PARÁMETRO	TÉCNICA	NORMA
pH	Electrometría, indicadores	UNE 77035:19883
Conductividad	Electrometría	UNE-EN 27888:1994
Dureza Calcio	Valoración	HACH
Alcalinidad	Valoración	UNE-EN ISO 9963-1:1996 UNE-EN ISO 9963-2:1996
Sólidos Suspendidos totales	Filtración, deseccación	UNE 77031:1982
Sólidos Disueltos Totales	Valoración	PROCEDIMIENTO INTERNO FAMILIA
Sílice	HACH	HACH
Turbidez	HACH	HACH
MICROBIOLOGÍA	PETRIFILM	AOAC-RI: Certificado No. 030601

Realizado por: Consuelo Ramos

2.3. Datos experimentales

2.3.1. Diagnóstico

2.3.1.1. Tratamiento con bactericida Dispro 48

Se realiza varios ensayos, en Octubre del 2013 se prueba el bactericida DISPRO 48 utilizando una dosis de 3.7 Kg de bactericida / Ton de papel, el tiempo de prueba fue de

dos meses durante el cual se evidenció rechazos por manchas amarillas, y se tuvo que parar la máquina durante 8 horas para realizar la limpieza de toda la línea de aproximación de la máquina papelera y se evidenció la presencia de una capa de 5 mm de slime o incrustaciones en todas las tuberías por lo que se descartó el ensayo. Para éste ensayo fue necesario realizar un seguimiento de p H debido a que el químico tenía una mejor eficiencia a un p H de 7.6 a 7.8

Se mantuvo un rango de p H aceptable pero aun así no se soluciona el problema de cultivos de bacterias y hongos. Además del olor desagradable que ocasionan los microorganismos.

2.3.1.2. Tratamiento con bactericida biocatalizador Traclean 60

Se sigue probando durante el mes de Diciembre se utiliza un bactericida BIOCATALIZADOR TRACLEAN 60, con el cual se tuvo una duración de un mes, al culminar el ensayo se evidenció resultados negativos debido a que el problema de slime en el papel producido es continuo, se destapa las tuberías y se verifica la presencia de una capa de 2mm de slime o biofilms formados y se puede apreciar la presencia de un olor fuerte y desagradable provocado por el slime formado. Además de los rechazos por manchas amarillas en el papel.

2.3.1.3. Tratamiento con hipoclorito de sodio (Inter ox hs 10) y bactericida (Tricide cm)

Se inicia el ensayo el 04 de marzo del presente con la utilización del producto cuyo nombre comercial es InterOX HS10 (que es una solución de hipoclorito de sodio) y el BACTERICIDA con nombre comercial INTER OX Tricide CM Eficaz en el control de bacterias aerobias, anaerobias, facultativas, mesófilas, termo tolerantes, BSR (bacterias sulfo reductoras) y hongos.

Se realiza seguimiento de ORP (potencial de óxido-reducción), conteo de hongos y levaduras, aerobios totales, bacterias sulfato reductoras, y la caracterización del agua que ingresa a la máquina antes y después de la dosificación.

2.3.2. Datos

2.3.2.1. Datos de dosis de hipoclorito de sodio y bactericida

TABLA 2. 2. DATOS PARA CÁLCULO DE DOSIS

DATOS	VALOR
COSTO Kg DE PAPEL	\$1.065
PRODUCCIÓN MÀQUINA	55 TONELADAS
COSTO INTEROX HS 10(fuente oxidante, solución de hipoclorito de sodio)	0.45 \$ / K g
COSTO INTER OX TRICIDE (BACTERICIDA)	2.8 \$ / K g
DENSIDAD INTER OX HS 10(fuente oxidante, solución de hipoclorito de sodio)	1.04 g/ m ³
DENSIDAD INTER OX TRICIDE (BACTERICIDA)	1.15 g/ m ³
CONCENTRACIÓN INTER OX HS 10(fuente oxidante, solución de hipoclorito de sodio)	300 ppm
CONCENTRACIÓN INTER OX TRICIDE (BACTERICIDA)	200m

Realizado por: Consuelo Ramos

2.4. Datos adicionales

2.4.1. Datos de pérdidas en la empresa

TABLA 2. 3. DATOS DE PÉRDIDAS EN LA EMPRESA

MES	PÉRDIDA KG PAPEL		COSTO \$	TIEMPO PERDIDO (horas)
	PRODUCTO SEMIELABORADO	PRODUCTO TERMINADO		
ENERO	950	290	1314.4	20
FEBRERO	579	491	1134.2	16
MARZO	1000	390	1473.4	22
TOTAL	2529	1171	3922	58

Realizado por: Consuelo Ramos

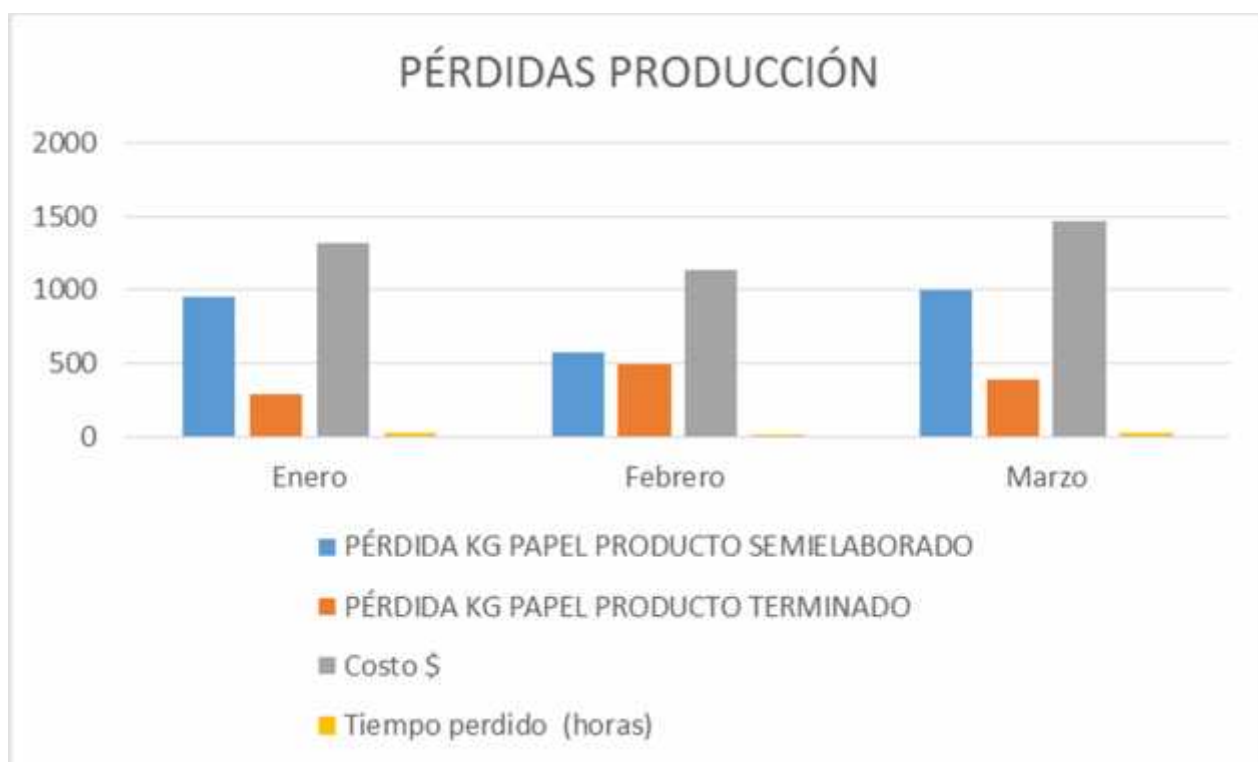


Figura 5. Pérdidas de producción

CAPÍTULO III

3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Cálculos

3.1.1. Cálculo de dosis de bactericida

La máquina Papelera N ° 5 produce 55 Toneladas de papel por día, la consistencia⁷ de pasta es del 2% y el volumen de agua para el tanque de máquina es de 8m³, el volumen utilizado en 15 minutos será entonces 8m³ más la pasta que está entrando a la máquina. Para calcular este flujo, estimamos el flujo basado en los toneladas de papel producidas (en los 15 minutos de dosificación) para ver cuánto pasta entra el sistema (en kg) y luego a litros de agua (que tenemos que tratar). Es decir;

- Toneladas de papel producidas en 15 minutos:

$$55 \frac{\text{Ton}}{\text{día}} * \frac{\text{día}}{1440 \text{ min}} * 15_{\text{min}} = 0.57 \text{ TON de papel producidos en 15 minutos}$$

- Litros de agua utilizados:

$$0.57 \text{ Ton} * \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ Ton}} * \frac{1 \text{ Litros de agua}}{0.02 \text{ Kg fibra de pasta}}$$

$$= 28646 \text{ litros de agua a utilizar en 15 minutos}$$

Tenemos que tratar entonces estos 28646 litros de agua más los 8000 litros de agua del tanque que estimamos para el sistema, en total son 36646 litros totales de agua a tratar.

- Cálculo del volumen de HIPOCLORITO DE SODIO (cuyo nombre comercial es Inter OX – HS10) a una concentración de 300 ppm;

⁷ CONSISTENCIA: Cantidad en gramos de fibra en un litro de agua.

$$36.6\text{m}^3 * \frac{300\text{g}}{\text{m}^3} * \frac{\text{m L}}{1.15 \text{ g}} * \frac{\text{L}}{1000 \text{ m L}} = 9.54 \text{ LITROS}$$

Si requerimos 9.54 litros de InterOX-HS10 por choque, y si aplicamos 6 choques por día se requieren 57.28 litros por día.

COSTO

$$57,28 \text{ LITROS} * \frac{1.15 \text{ K g}}{\text{LITRO}} = 65,872 \text{ K g} * \$ 0,45 = \$29,64/ \text{ día}$$

- Cálculo volumen de BACTERICIDA(cuyo nombre comercial es Inter OX – Tricide) o a una concentración de 200 ppm;

$$36.6\text{m}^3 * \frac{200\text{g}}{\text{m}^3} * \frac{\text{m L}}{1.04 \text{ g}} * \frac{\text{L}}{1000 \text{ m L}} = 7.03 \text{ LITROS}$$

Si requerimos 7.03 litros de bactericida por choque, si aplicamos 6 choques por día se requieren 42.23 litros por día.

COSTO

$$42,23 \text{ LITROS} * \frac{1.04 \text{ K g}}{\text{LITRO}} = 43,919 \text{ K g} * \$ 2,8 = \$122,97/ \text{ día}$$

3.1.2. Caracterización del agua

3.1.2.1. Análisis de pH y conductividad, temperatura, tds

Empezamos tomando una muestra de pasta, que ingresa al sistema de la máquina papelera, seguidamente coloco el electrodo de p H y conductividad y reporto los valores de temperatura en ° C, p H y conductividad en µS / cm.

Así: para el 20 de 04 del 2014

✓ p H= 8.6

- ✓ °T=21.4 ° C
- ✓ CONDUCTIVIDAD= 834 μS / cm.

Para el cálculo de TDS (Sólidos disueltos totales), multiplico la conductividad por 0.5 (técnica de Familia Sancela) y reporto el valor.

$$\text{ppmTDS} = 834 * 0.5 = 417 \text{ ppm}$$

3.1.2.2. Análisis de alcalinidades:

Luego para Alcalinidad, filtro en una bomba de vacío un volumen de muestra de 25 m L, esto para obtener únicamente el agua y evitar que la fibra que contiene la pasta emita interferencias en los resultados. Primeramente se determinó alcalinidad parcial, de la siguiente manera: Coloco 25 m L de muestra en un vaso graduado, añado una gota de fenolftaleína lo cual provoca el viraje de color de la muestra de incoloro a rosado, luego titular con ácido sulfúrico 0.05 N hasta el viraje de la muestra a incolora. El resultado lo determinamos mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Alcalinidad Parcial (P) ppm} = 1 \times 100 = 100 \text{ ppm}$$

Ahora determinamos alcalinidad total, en la misma muestra que se realizó alcalinidad parcial, se añadió una gota de naranja de metilo, la muestra incolora toma un color naranja, se titula la muestra con Ácido Sulfúrico 0.05N, hasta viraje a un color Amarillo rosa-salmón.

El resultado se calcula con la ecuación;

Alcalinidad Total (A)=ppm=6.7 x 100 = 670 ppm a éste resultado se suma los ppm de alcalinidad parcial. Dándome un total de 770 ppm de alcalinidad total.

3.1.2.3. Análisis de dureza como calcio: método volumétrico

- Seleccione el rango de mg/L CaCO₃ que se estima estén presentes en la muestra, de acuerdo a la tabla adjunta: para éste caso se elige el rango de 400-1000 mg/L CaCO₃, con un volumen de 25 m L de muestra

TABLA 3. 1. RANGO DE ESTIMACIÓN DE MG/L CaCO₃

mg/L CaCO ₃	VOLUMEN DE MUESTRA (mL)	CONCENTRACIÓN DEL TITULANTE	FACTOR MULTIPLICADOR
0-500	50	0.020 N	20
400-1000	25	0.020 N	40

Fuente: Manual Hach

- Se Coloca 25 m L de Titulante (Titra Ver Hardness Titrant) a una bureta de 25 m L.
- Utilizando la probeta graduada coloco 25m L de muestra y transferir a un Erlenmeyer de 250 m L.
- Utilizando el gotero añado 1 m L de Solución Buffer (Hardness 1 Buffer Solution) a la muestra y mezclo.
- Añadí un sobre de Indicador (Man Ver 2 Hardness Indicator), y mezclo.
- Titulo la muestra gota a gota, con agitación continua, hasta que se dé el viraje de color rojo a azul puro.
- Reporto volumen de titulante utilizado. V_{mL}=4.8 m L de titulante utilizados
- Cálculo de los mg/L de CaCO₃ con la ecuación:

$$\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ de CaCO}_3 = 4.8 \text{ mL} * 25$$

$$\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ de CaCO}_3 = 120 \text{ ppm de CaCO}_3$$

3.1.2.4. Análisis de sílice. _ Método Hach

- Coloco 10ml. de muestra en la celda, agrego el contenido del sobre de Molibdato reactivo, y agito. Añado el sobre de ácido reactivo. Esperar 10 minutos de reacción.
- Luego añado el ácido cítrico, agitar, y espero 2 minutos, antes de la lectura.
- Enciendo el Espectrofotómetro, iniciándolo en el programa para la determinación de sílice.

- Colocar una celda con 10ml de muestra sin reactivos o, con el cual enceramos el equipo.
- Proceder a colocar la celda con la muestra preparada, en el porta muestra del espectrofotómetro y tomar la lectura.
- El resultado esta expresado en ppm de Sílice (SiO₂)

$$\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ de SÍLICE} = 92 \text{ ppm de SiO}_2$$

3.1.2.5. Turbidez

- Coloco 10 m L de muestra en una celda graduada, enjuago previamente la celda con la muestra.
- Enciendo el equipo Turbidímetro.
- Introduzco la celda con la muestra en el compartimento del turbidímetro.
- Leer y reportar resultados en NTU (Nephelometric Turbidity Units).

$$\text{Turbidez} = 2580 \text{ NTU}$$

3.1.2.6. Análisis de sólidos totales

- Preparo el papel filtro MGC de 0.7 micras, los llevo a la estufa a 105 ° C, durante 2 horas, enfriar y pesar.
- Anoto el peso inicial del papel filtro. P_i(gramos)=0.0899 gramos
- Mojo el papel filtro con agua destilada y coloco en el embudo del equipo de filtración. Enciendo el equipo. Y filtro.
- Utilizo una pipeta graduada y tomo 10 ml de pasta V_m (mL) y filtro.
- Llevo el papel filtro a la estufa, durante 2 horas.
- Luego la muestra se deja Enfriar y pesar P_f (gramos)= 0.1289

Los SST se calculan con la ecuación:

$$\text{SST} = \frac{P_f(\text{gramos}) - P_i(\text{gramos})}{V_m(\text{m L})} * 1000000$$

$$\text{SST} = \frac{(0.1289 - 0.0899)\text{gramos}}{10(\text{m L})} * \frac{1000\text{mg}}{1 \text{ gramo}} * \frac{1000\text{m L}}{1\text{L}}$$

$$SST = \frac{(0.1289 - 0.0899) \text{gramos}}{10(\text{mL})} * 1000000$$

$$SST = 3900 \text{ mg/L} = 3900 \text{ ppm}$$

3.1.2.7. Cálculo del Índice de Langelier

$$IL = pH - p H_s \text{ (Ecuación 1)}$$

$$IL = 8.6 - 6.65$$

$$IL = 1.95$$

Donde pH es el potencial Hidrógeno medido del agua del circuito y p H_s es el potencial Hidrógeno del agua cuando está saturada con carbonato de calcio.

Utilizando la ecuación 2 calculamos primeramente el p H_s

$$p H_s = 9.3 + a + b - c - d \text{ (Ecuación 2)}$$

$$p H_s = 9.3 + 0.16 + 2.16 - 2.08 - 2.89$$

$$p H_s = 6.65$$

Dónde:

a es una función de los sólidos concentrados totales

b es una función de la temperatura del agua

c es una función del calcio como dureza (ppm CaCO₃)

d es una función de la alcalinidad al “metil orange”

Cálculo de los factores a, b, c, d:

$$a = [\log(3500) - 1] * \frac{1}{10} = 0.16 \text{ (Ecuación 3)}$$

$$b = -13.12 * \log(294.4) + 34.55 = 2.16 \text{ (Ecuación 4)}$$

$$d = \log(770) = 2.89 \text{ (Ecuación 5)}$$

$$c = \log(120) - 0.4 = 2.08 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Dónde:

TDS = Sólidos totales disueltos (mg/l)

T = temperatura del agua en °K

C = calcio como dureza (concentración de CaCO₃ mg/l)

A = Alcalinidad (concentración de CaCO₃ mg/l)

3.1.2.8. Cálculo del Índice de Ryznar

$$RSI = 2pH_s - p H \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$RSI = 2(6.65) - 8.6$$

$$RSI = 4.71$$

Y de esta manera se calcula los índices con todos los datos obtenidos durante el tratamiento, los cuales se presentan en las tablas 3.5 y 3.6.

3.2. Resultados

3.2.1. Prueba de jarras

Los resultados de la prueba de jarras realizadas a distintas concentraciones, se presentan a continuación:

TABLA 3. 2. PRUEBA DE JARRAS PARA DETERMINAR CONCENTRACIÓN DE HIPOCLORITO Y DE BACTERICIDA

Concentración Hipoclorito de sodio (ppm)	Volumen muestra (ml)	Concentración bactericida (ppm)	Conteos Bacteriológicos		
			BACTERIAS TOTALES col/m L	BACTERIAS SULFATO REDUCTORAS col/m L	MOHOS Y LEVADURAS col/m L
100	1000	50	>10000	>10000	>1000
150	1000	100	>10000	>10000	>1000

200	1000	150	>100	>1000	>1000
300	1000	200	0-100	0	0

Realizado por: Consuelo Ramos

3.2.2. Dosis de tratamiento

- HIPOCLORITO DE SODIO (InterOX-HS10) 9.54 litros por choque, y si aplicamos 6 choques por día se requieren 57.28 litros por día.
- BACTERICIDA (INTER OX TRICIDE) 7.03 litros por choque, si aplicamos 6 choques por día se requieren 42.23 litros por día.

TABLA 3. 3. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DEL AGUA ANTES DEL TRATAMIENTO

PUNTO DE MUESTREO	ORP (POTENCIAL DE OXIDO REDUCCIÓN)m V	BACTERIAS TOTALES colonias/m L	BACTERIAS SULFATO REDUCTORAS colonias/m L	MOHOS Y LEVADURAS colonias/m L
PASTA	187	>100	>1000	>100
AGUA	190	>100	>100000	>1000

Realizado por: Consuelo Ramos

TABLA 3. 4. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DEL AGUA DESPUÉS DEL TRATAMIENTO

PUNTO DE MUESTREO	ORP (POTENCIAL DE OXIDO REDUCCIÓN) m V	BACTERIAS TOTALES colonias/m L	BACTERIAS SULFATO REDUCTORAS colonias/m L	MOHOS Y LEVADURAS colonias/m L
PASTA	220	0-100	0	0
AGUA	260	0-100	0	0

Realizado por: Consuelo Ramos

3.2.3. % Efectividad de Tratamiento

BACTERIAS TOTALES= 90%

BACTERIAS SULFATO REDUCTORAS= 100%

MOHOS Y LEVADURAS= 100%

TABLA 3. 5. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN DEL AGUA ANTES DE APLICAR TRATAMIENTO

	pH Actual	Conductividad µS/cm	TDS (Gravimetría) ppm	SST (Gravimetría) ppm	Factor A	Temperatura °C	Factor B	Calcio mg CaCO ₃ /L	Factor C	Alcalinidad Total	Factor D	pH de Saturación	Langelier Saturation Index			Ryznar Saturation Index			(SiO ₂) ppm	Turbidez NTU
													Inconstante	Corrosiva	Óptimo	Inconstante	Corrosiva	Óptimo		
	7,3	1000	500	100	0,17	15	2,28	150	2,18	300	2,48	7,10	4,03		6-7	100	100			
18/04/2014	8,7	1250	625	3520	0,18	19,2	2,20	80	1,90	270	2,43	7,35	1,35		5,99	90	1259			
19/04/2014	8,5	770	365	3040	0,16	22,3	2,14	98	1,99	260	2,41	7,19	1,31		5,88	96	4562			
20/04/2014	8,6	834	417	3500	0,16	21,4	2,16	120	2,08	770	2,89	6,65	1,95		4,71	92	2580			
21/04/2014	8,9	887	444	2450	0,16	22,3	2,14	152	2,18	500	2,70	6,72	2,18		4,55	98	2630			
22/04/2014	8,3	965	483	1330	0,17	18,7	2,21	150	2,18	320	2,51	7,00	1,30		5,69	86	2500			
23/04/2014	8,6	27,6	14	2110	0,01	27,6	2,04	148	2,17	480	2,68	6,50	2,10		4,40	85	2963			
24/04/2014	8,8	926	463	1870	0,17	18,6	2,21	125	2,10	360	2,56	7,03	1,77		5,25	83	3560			
25/04/2014	8,2	995	498	2220	0,17	22,5	2,14	130	2,11	320	2,51	6,99	1,21		5,77	82	3590			
26/04/2014	8,3	1331	666	2010	0,18	27,6	2,04	89	1,95	500	2,70	6,87	1,43		5,45	89	2580			
27/04/2014	8,6	1340	670	2310	0,18	27,5	2,04	95	1,98	450	2,65	6,89	1,71		5,18	69	2456			
28/04/2014	8,4	1212	626	2670	0,18	25,5	2,08	96	1,98	400	2,60	6,97	1,43		5,55	56	2890			
29/04/2014	8,4	733	367	8520	0,16	18,5	2,21	97	1,99	350	2,54	7,14	1,26		5,88	98	3654			
30/04/2014	8,1	1072	536	2100	0,17	18,6	2,21	85	1,93	620	2,79	6,96	1,14		5,83	95	3900			
01/05/2014	8,6	1090	545	1820	0,17	17,1	2,24	83	1,92	490	2,69	7,11	1,49		5,61	94	3600			
02/05/2014	8,4	861	431	2100	0,16	18,4	2,22	84	1,92	380	2,58	7,18	1,22		5,95	92	3580			
03/05/2014	8,3	1075	538	2290	0,17	23,8	2,11	82	1,91	340	2,53	7,14	1,16		5,98	93	2658			
04/05/2014	8,7	1103	552	2820	0,17	19,1	2,20	92	1,96	400	2,60	7,11	1,59		5,52	99	2954			
05/05/2014	8,4	904	452	2590	0,17	25	2,09	96	1,98	340	2,53	7,04	1,36		5,68	65	2963			
06/05/2014	8,6	1330	665	2240	0,18	24,3	2,10	98	1,99	390	2,59	7,00	1,60		5,40	96	2987			
07/05/2014	8,2	1195	598	2940	0,18	19,5	2,19	93	1,97	350	2,54	7,16	1,04		6,12	65	2990			
08/05/2014	8,1	1007	504	1970	0,17	20,4	2,18	97	1,99	380	2,58	7,08	1,02		6,06	50	3200			
09/05/2014	8,0	1077	539	2880	0,17	20,9	2,17	92	1,96	430	2,63	7,04	0,96		6,09	89	3000			
10/05/2014	8,4	1071	536	3280	0,17	18,7	2,21	97	1,99	450	2,65	7,04	1,36		5,69	78	2963			
11/05/2014	8,6	1161	581	2930	0,18	19,5	2,19	93	1,97	440	2,64	7,06	1,54		5,52	85	3870			
12/05/2014	8,4	688	344	4840	0,15	17,2	2,24	90	1,95	480	2,68	7,06	1,34		5,72	89	3600			
13/05/2014	8,2	698	349	3520	0,15	16,3	2,26	89	1,95	480	2,68	7,08	1,12		5,96	87	3890			
14/05/2014	8,4	789	395	3600	0,16	18,9	2,21	86	1,93	490	2,69	7,04	1,36		5,68	82	3654			
15/05/2014	8,3	856	428	4500	0,16	18,2	2,22	92	1,96	500	2,70	7,02	1,28		5,74	84	3215			
16/05/2014	8,6	690	345	2690	0,15	17,9	2,23	96	1,98	510	2,71	6,99	1,61		5,38	86	3250			
17/05/2014	8,2	563	282	1890	0,14	22,4	2,14	94	1,97	520	2,72	6,89	1,31		5,59	89	3200			
18/05/2014	8,3	879	440	3560	0,16	20,3	2,18	98	1,99	560	2,75	6,90	1,40		5,51	88	3125			
19/05/2014	8,4	789	395	2850	0,16	21,5	2,16	90	1,95	530	2,72	6,94	1,46		5,47	87	3100			

Realizado por: Consuelo Ramos

TABLA 3. 6. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN DEL AGUA DESPUÉS DE APLICACIÓN DE TRATAMIENTO

AGUA ENTRADA HEAD BOX MP5																						
	pH Actual	Conductividad	TDS (Gravimétrica)	SST (Gravimétrica)	Factor A	Temperatura	Factor B	Calcio	Factor C	Alcalinidad Total	Factor D	pH de Saturación	Langelier Saturation Index			Ryznar Saturation Index			ORP	CARGA IÓNICA	(SO ₂)	Turbidez
		µS/cm	ppm	ppm		°C		mg CaCO ₃ /L						Inconstante	Corrosiva	Óptimo	Inconstante	Corrosiva	Óptimo	mV	(µe-q)/L	ppm
	7,3	1000	500	100	0,17	15	2,28	150	2,18	300	2,48	7,10	40,3			6-7			250	0	100	100
21/05/2014	7,9	697	349	3520	0,15	19,2	2,20	60	1,78	260	2,41	7,46	0,44			7,02			225	-48	47	2038
22/05/2014	7,96	770	385	3940	0,16	22,3	2,14	52	1,72	280	2,45	7,44	0,52			6,91			248	-64	89	4120
23/05/2014	8	834	417	3500	0,16	21,4	2,16	48	1,68	770	2,89	7,05	0,95			6,10			356	-49	56	2650
26/05/2014	7,89	887	434	2450	0,16	22,3	2,14	80	1,90	530	2,72	6,98	0,91			6,06			245	-58	73	3240
27/05/2014	7,69	965	483	1330	0,17	18,7	2,21	40	1,60	450	2,65	7,42	0,27			7,16			239	-71	20	2170
28/05/2014	7,8	27,6	517	2110	0,17	27,6	2,04	96	1,98	480	2,68	6,85	0,95			5,89			251	-66	27	1940
29/05/2014	8	926	465	1870	0,17	18,6	2,21	44	1,64	370	2,57	7,47	0,53			6,93			249	-63	22	2490
30/05/2014	8,1	995	498	2220	0,17	22,5	2,14	44	1,64	300	2,48	7,49	0,61			6,87			251	-71	40	2250
02/06/2014	7,98	1331	660	2010	0,18	27,6	2,04	46	1,66	320	2,51	7,35	0,63			6,73			247	-69	28	2350
03/06/2014	7,99	1340	670	2310	0,18	27,5	2,04	80	1,90	320	2,51	7,12	0,87			6,24			198	-68	87	2352
04/06/2014	8,03	1212	606	2670	0,18	25,5	2,08	56	1,75	270	2,43	7,38	0,65			6,72			224	-62	46	2530
05/06/2014	8,1	733	367	8520	0,16	18,5	2,21	56	1,75	260	2,41	7,51	0,59			6,91			252	-58	50	6140
06/06/2014	8	1072	536	2100	0,17	18,6	2,21	54	1,73	600	2,78	7,17	0,83			6,36			245	-63	50	1973
09/06/2014	8,13	1090	545	1820	0,17	17,1	2,24	80	1,90	270	2,43	7,38	0,75			6,63			235	-59	58	2030
10/06/2014	8,1	861	431	2100	0,16	18,4	2,22	56	1,75	300	2,48	7,45	0,65			6,81			263	-62	58	2012
11/06/2014	8,11	1075	538	2290	0,17	23,8	2,11	53	1,72	240	2,38	7,48	0,63			6,86			196	-58	52	2640
12/06/2014	7,81	1103	552	2820	0,17	19,1	2,20	60	1,78	300	2,48	7,42	0,39			7,03			185	-49	32	3530
13/06/2014	8,23	904	452	2590	0,17	25	2,09	56	1,75	240	2,38	7,43	0,80			6,62			186	-71	88	1590
16/06/2014	8,1	1330	665	2240	0,18	24,3	2,10	59	1,77	360	2,56	7,26	0,84			6,41			169	-62	26	2460
17/06/2014	8,04	1195	598	2940	0,18	19,5	2,19	60	1,78	350	2,54	7,35	0,69			6,66			182	-66	10	2160
18/06/2014	8,06	1007	504	1970	0,17	20,4	2,18	56	1,75	280	2,45	7,45	0,61			6,84			186	-71	30	2520
19/06/2014	8,08	1077	539	2880	0,17	20,9	2,17	60	1,78	350	2,54	7,32	0,76			6,56			179	-63	21	1640
20/06/2014	8	1071	536	3280	0,17	18,7	2,21	58	1,76	290	2,46	7,46	0,54			6,91			185	-74	8	2100
23/06/2014	8,04	1161	581	2930	0,18	19,5	2,19	60	1,78	340	2,53	7,36	0,68			6,68			178	-68	61	3540
24/06/2014	8,07	688	344	4940	0,15	17,2	2,24	56	1,75	280	2,45	7,50	0,57			6,93			196	-72	39	2829
25/06/2014	8,21	1086	548	3470	0,17	20,5	2,17	54	1,73	420	2,62	7,29	0,92			6,38			214	-76	53	2790
28/06/2014	7,97	1305	653	3070	0,18	23,3	2,12	56	1,75	400	2,60	7,25	0,72			6,53			210	-96	44	3400
29/06/2014	8	1298	649	3600	0,18	21,8	2,15	38	1,58	450	2,65	7,40	0,60			6,80			196	-78	32	4380
30/06/2014	8,05	875	438	3200	0,16	20,1	2,18	47	1,67	680	2,84	7,14	0,91			6,22			185	-73	45	4240
01/07/2014	8,06	953	477	3940	0,17	23,5	2,12	50	1,70	480	2,68	7,20	0,86			6,35			200	-80	55	2460

Realizado por: Consuelo Ramos

3.2.4. Pérdidas de producción

TABLA 3. 7. PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN

MES	PÉRDIDA KG PAPEL		COSTO \$	TIEMPO PERDIDO(horas)
	PRODUCTO SEMIELABORADO	PRODUCTO TERMINADO		
ABRIL	0	0	0	0
MAYO	0	0	0	0
JUNIO	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	0

Realizado por: Consuelo Ramos

3.2.5. Variables controladas durante la aplicación del tratamiento

3.2.5.1. Seguimiento ORP (Potencial oxido-reducción)

TABLA 3. 8. SEGUIMIENTO DE ORP

FECHA	ORP m V	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO
20/05/2014	180	300	180
21/05/2014	234	300	180
22/05/2014	270	300	180
23/05/2014	287	300	180
24/05/2014	280	300	180
25/05/2014	270	300	180
26/05/2014	250	300	180
27/05/2014	259	300	180
28/05/2014	260	300	180
29/05/2014	240	300	180
30/05/2014	267	300	180
31/05/2014	250	300	180
01/06/2014	267	300	180
02/06/2014	280	300	180

Realizado por: Consuelo Ramos



Figura 6. Comportamiento ORP (Potencial de Óxido Reducción)

Control de ORP: 220-260 m V debe mantenerse en éste rango. Si es menor a 180 m V puede haber crecimiento de bacterias, si es mayor a 300 m V puede provocar corrosión por cloro libre.

Durante el primer día de abril se notó una baja en el ORP de la máquina, este comportamiento guarda relación con la formulación del código 5036934 (usa 100% papel archivo en su formulación), entendemos que al existir mayor contaminación o carga orgánica en la pulpa frente a otras formulaciones, la tendencia del agente oxidante es la de actuar con la contaminación o carga orgánica existente, lo que consume agente oxidante, reflejando una reducción del ORP sin provocar caídas bruscas inferiores a los 180mV. Los residuales de cloro libre y los cultivos realizados justificaron que no era necesario incrementar la dosis de agente oxidante para elevar más el ORP.

El seguimiento del control bacteriano muestra la inhibición del crecimiento bacteriano con la aplicación del programa Interrox, manteniendo la población bacteriana aeróbica entre 10-100 ufc/ml, BSR y mohos & levaduras en 0 ufc/ml, se muestran en las siguientes gráficas el comportamiento del crecimiento bacteriano en la MP5.

Nota: El primer valor de las figuras es antes del tratamiento con bactericida. las demás son después del tratamiento

3.2.5.2. Control Microbiológico hongos y levaduras

TABLA 3. 9. CONTROL MICROBIOLÓGICO HONGOS Y LEVADURAS

FECHA	HONGOS Y LEVADURAS COLONIAS/ m L	LÍMITE MÁXIMO
27/02/2014	10000	0
20/05/2014	0	0
21/05/2014	0	0
22/05/2014	0	0
23/05/2014	0	0
24/05/2014	0	0
25/05/2014	0	0
26/05/2014	0	0
27/05/2014	0	0
28/05/2014	0	0
29/05/2014	0	0

Realizado por: Consuelo Ramos

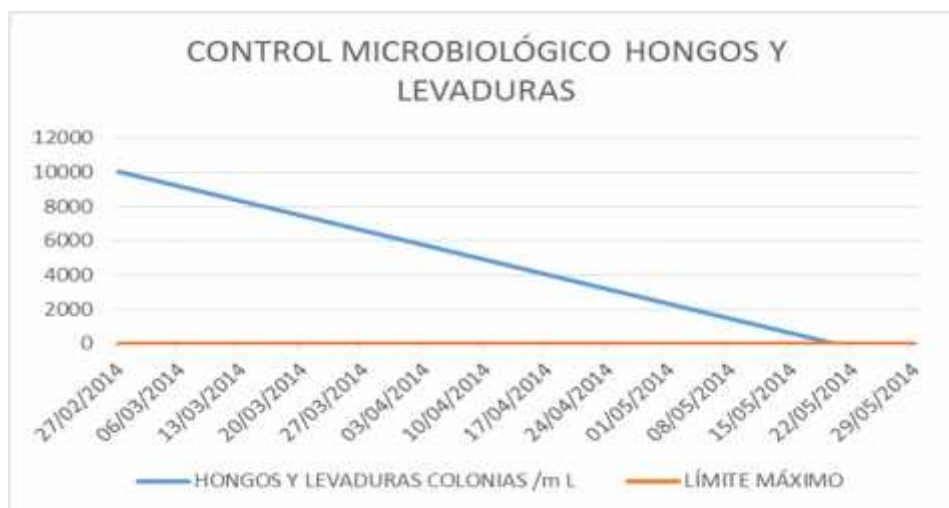


Figura 7. Control microbiológico hongos y levaduras

3.2.5.3. Control Microbiológico aerobios totales

TABLA 3. 10. CONTROL MICROBIOLÓGICO AEROBIOS TOTALES

FECHA	AEROBIOS TOTALES COLONIAS/ m L	LÍMITE MÁXIMO
27/02/2014	1000	0
20/05/2014	10	0
21/05/2014	10	0
22/05/2014	10	0
23/05/2014	10	0
24/05/2014	10	0
25/05/2014	10	0
26/05/2014	100	0
27/05/2014	10	0
28/05/2014	10	0
29/05/2014	10	0

Realizado por: Consuelo Ramos

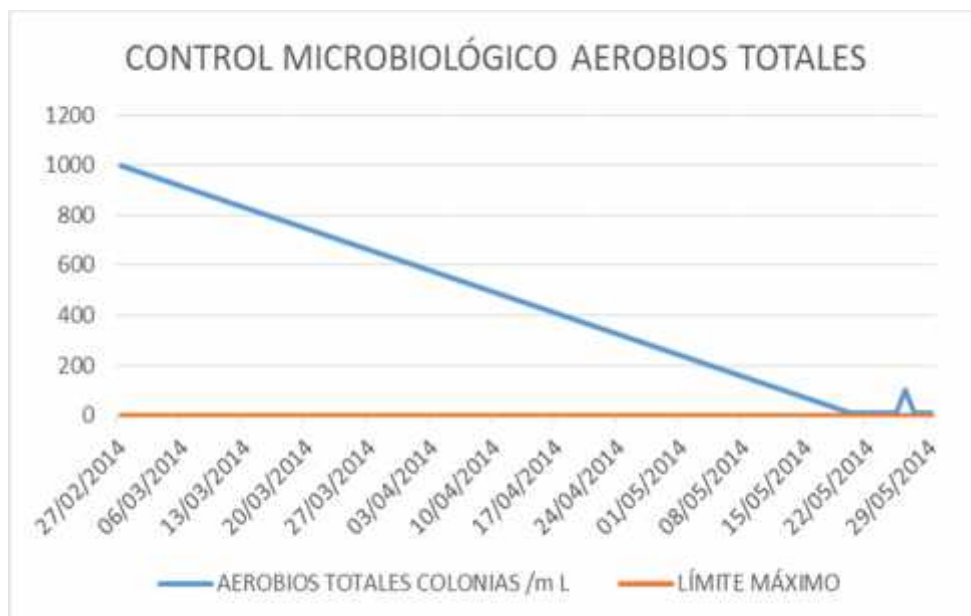


Figura 8. Control microbiológico aerobios totales

3.2.5.4. Control Microbiológico bacterias sulfato reductoras

TABLA 3. 11. CONTROL MICROBIOLÓGICO BACTERIAS SULFATO REDUCTORAS

FECHA	BACTERIAS SULFATO REDUCTORAS COLONIAS/ m L	LÍMITE MÁXIMO
27/02/2014	1000	0
20/05/2014	0	0
21/05/2014	0	0
22/05/2014	0	0
23/05/2014	0	0
24/05/2014	0	0
25/05/2014	0	0
26/05/2014	0	0
27/05/2014	0	0
28/05/2014	0	0
29/05/2014	0	0

Realizado por: Consuelo Ramos

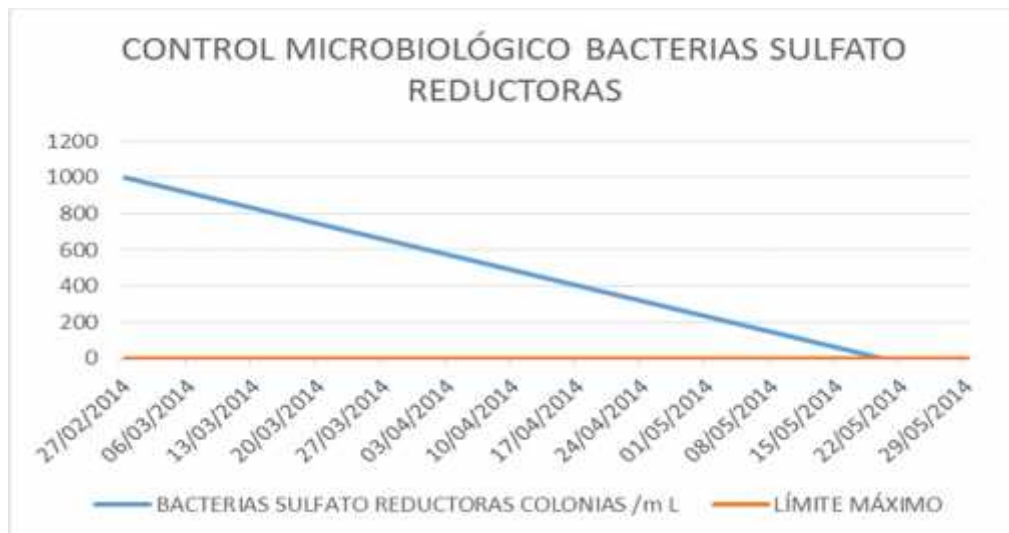


Figura 9. Control microbiológico bacterias sulfato reductoras

3.2.5.5. *Peso de capa reducido*

Se reduce la formación de Slime en un 100 %

Peso capa antes de ensayo 3mm= 2 GRAMOS

Peso capa después de ensayo 0 mm= 0 GRAMOS

EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO= 100%

3.2.5.6. *Cloro libre*: 0 - 0.1 ppm, debe mantenerse en menos de 0.1 ppm para evitar corrosión en máquinas papeleras.

3.3. Propuesta

IMPLEMENTACION DE BACTERICIDA EN AGUA DE UTILIZADA EN EL PROCESO a razón de: HIPOCLORITO DE SODIO (InterOX-HS10) 9.54 litros por choque, y si aplicamos 6 choques por día se requieren 57.28 litros por día. Y BACTERICIDA (INTER OX TRICIDE) 7.03 litros por choque, si aplicamos 6 choques por día se requieren 42.23 litros por día. El punto de aplicación es en el tanque pie de tela o tanque de máquina y al tanque de agua clarificada este programa se está controlando mediante temporizadores, el choque se produce 15 minutos aplicando las dosificaciones antes mencionadas.

Variables del Control continuo:

➤ **ORP:**

Es la principal variable de control del sistema y el residual será determinado por el sistema. Se debe mantener entre 180 mínimo y 300 m V máximo.

3.3.1. *Plan de acción para control de producto no conforme (papel con presencia de biofilm)*

Luego de realizar un análisis de las causas que ocasionaron el defecto se pone a consideración el siguiente plan de acción si se evidencia la presencia de biofilm en el papel producido.

TABLA 3. 12. PLAN DE ACCIÓN PARA EL CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME

ACCIONES A TOMAR	OBJETIVO	RESPONSABLE
Disminuir las revoluciones de la Fan Pump.	Disminuir la presión de la head Box (cabeza de máquina donde se almacena la pasta previo a la formación de la hoja de papel). Para evitar la inyección de manchas en la hoja	Operador MP
Cerrar el labio(tubería por donde se inyecta la pasta)	Disminuir la presión en la Head Box para evitar la salida de las manchas amarillas.	Operador MP
Realizar una limpieza general de las tuberías e inyector.	Eliminar todos los residuos y slime de las tuberías.	Equipo molinos.
Verificar la dosificación de ácido.	Trabajar con el pH establecido por procesos.	Jefe Molinos.

Realizado por: Consuelo Ramos

3.4. Análisis y Discusión de Resultados

Teniendo una capa de biofilm de 2 mm, y un peso de 2 gramos antes de la dosificación, al aplicar el tratamiento INTER OX el cual es una combinación HIPOCLORITO DE SODIO (INTER OX HS 10) Y BACTERICIDA (TRICIDE CM) se reduce en un 100%

la capa de biofilm en las tuberías, se tiene controlada la aparición de bacterias, mohos y hongos, así como los rechazos de papel por presencia de manchas amarillas.

Durante el ensayo con Hipoclorito de sodio y el bactericida los días 14 y 15 de abril se reportaron la presencia de un punto amarillo en cada bobina, respectivamente. Según lo manifestado por maquinistas el tamaño de estos puntos fue inferior a 3 mm, pero que se presentaron esporádicamente en dichas bobinas. No se conoce interrupción de la producción debido a manchas amarillas, tal como sucedía con tratamientos anteriores donde se reportaban la presencia de manchas amarillas bastante grandes y que provocaban el rechazo de muchas bobinas, reflejándose en una producción más baja. Y un posterior rechazo en el área de conversión.

En cuanto a pérdidas se tenía 2529 Kg, de papel semielaborado, 1171 Kg de papel convertido, representando una pérdida de \$ 3922, se tiene una disminución del rechazo debido a manchas amarillas en el mes de abril y mayo cero rechazos por manchas amarillas (residuos de biofilm que se impregna en el papel), que se ven reflejados en un aumento en la producción y de ganancias.

Durante esta quincena se pudo apreciar claramente que la formulación a emplearse en la fabricación de papel, incidirá en la lectura de ORP, se pudo apreciar que al usar papel 100% archivo existe más contaminación, y pese a que se ha dosificado las cantidades recomendadas se aprecian valores de ORP (entre 180 a 220mV) más bajos a los obtenidos en otras formulaciones, sin embargo los niveles de residual de cloro y los cultivos muestran resultados aceptables.

En cuanto al carácter del agua que ingresa al sistema se aprecia los resultados antes del tratamiento, de acuerdo al Índice de Langelier se tiene un agua incrustante, y en cuanto al Índice de Ryznar fuertemente incrustante. Luego del tratamiento se tiene un agua con carácter ligeramente incrustante, de acuerdo a los dos índices mencionados.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- ❖ La caracterización de los biofilms es una muestra compuesta de bacterias totales en un rango mayor a 100 colonias/m L, bacterias sulfato reductoras en un rango mayor a 1000 colonias/m L, y hongos y levaduras en un rango mayor a 1000 colonias/m L.
- ❖ La caracterización del agua de acuerdo al Índice de Langelier y al Índice de Ryznar presenta un carácter incrustante, y se evidencia la presencia de bacterias, hongos y levaduras.
- ❖ Aplicando INTER OX utilizando una dosis de hipoclorito de sodio (InterOX-HS10) 9.54 litros por choque, aplicamos 6 choques por día y de bactericida (INTER OX TRICIDE) 7.03 litros por choque, aplicamos 6 choques por día, el agua presenta carácter ligeramente incrustante, además se realiza conteos de bacterias y se mantiene de 10 a 100 ufc/ m L, bacterias sulfato reductoras y hongos y levaduras en 0 ufc/ m L.
- ❖ La optimización del proceso de elaboración de papel permitió la eliminación de la formación de biofilms en las tuberías de la Empresa Familia Sancela del Ecuador S.A., eliminando pérdidas por presencia de biofilms. Teniendo una efectividad del tratamiento en cuanto a reducción de capa de biofilm, y pérdidas en producción del 100%.

4.2. Recomendaciones

- ❖ Luego de realizar el ensayo con el tratamiento INTER OX, se debe realizar la implementación del programa para control de bacterias, hongos y levaduras en el molino N° 2.
- ❖ Mantener el sistema de inspección en el papel producido, para verificar la presencia de manchas amarillas.
- ❖ Realizar la limpieza del sistema, cada parada de máquina.
- ❖ Monitorear los parámetros de ORP, cultivos de microorganismos, carácter de agua de entrada al proceso.
- ❖ Realizar la caracterización del agua antes de aplicar cualquier tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA. CONSTRUSUR. 31 Ago 2014

<http://www.construsur.com.ar/News-sid-93-file-article-pageid-1.html>

2014-04-09

CORPORACIÓN CENTRO DE CAPACITACIÓN Y DESARROLLO

TECNOLÓGICO PARA LA INDUSTRIA PAPELERA. La Máquina Papelera:

Formación y Vacío – Prensado y Secado. 2da ed., Pereira- Colombia. 2004, pp. 112-117.

CRUZ Julián. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. (revistavirtualpro).

Volumen1. N°148. Ecuador, pag.49. Mayo 2014

http://www.revistavirtualpro.com/ediciones/optimizacion_de_procesos_industriales_optimizacion_de Equipos

2013-10-24

MUESTREO. DANAE, Paulina. 27-05-2008

(4)<http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestreo.pdf>

2014-05-08

ÍNDICE RYZNAR. Blog de Wordpress.com. 21-Dic-2011

<http://h2oelblog.wordpress.com/parametros-del-agua/indice-de-estabilidad-de-ryznar-rsi/>

2014-04-17

PAPEL . Industrial Water Heaters. Mier,28-12-2005

<http://www.textoscientificos.com/papel>

2013-12-28

MICROBIOLOGÍA DEL PAPEL. TORRES GARCÍA, Claudia E. 2012

<http://eprints.ucm.es/17616/1/T34162.pdf>

2014-01-22

CEPI. VAN LEEUWEN, Patrick. 04 Jul 2014

<http://www.cepi.org/>

2014-04-21

ANEXOS

ANEXO I. TRATAMIENTO CON BACTERICIDA DISPRO 48



Fotografía 1. Presencia de biofilm en tuberías- Tratamiento con Bactericida DISPRO48



Fotografía 1. Presencia de biofilm en tuberías- Tratamiento con Bactericida DISPRO48

ANEXO II. TRATAMIENTO CON BIOCATALIZADOR TRACLEAN 60



Fotografía 2. Presencia de biofilm en tuberías- Tratamiento con Bactericida Biocatalizador Traclean 60



Fotografía 3. Presencia de biofilm en tuberías- Tratamiento con Bactericida Biocatalizador Traclean 60

ANEXO III. TRATAMIENTO INTER OX EL CUAL ES UNA COMBINACIÓN HIPOCLORITO DE SODIO (INTER OX HS 10) Y BACTERICIDA (TRICIDE CM)



Fotografía 4. Tubería sin presencia de biofilm-Resultados de prueba ensayo Fuente Oxidante y Fuente Preservante INTEROX



Fotografía 5. Tubería sin presencia de biofilm-Resultados de prueba ensayo Fuente Oxidante y Fuente Preservante INTEROX



Fotografía 6. Tubería sin presencia de biofilm-Resultados de prueba ensayo Fuente Oxidante y Fuente Preservante INTEROX

ANEXO IV. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS SLIME O BIOFILM




INF. LASA 23-09-13-68298
ORDEN DE TRABAJO No. 0018659

INFORME DE RESULTADOS	
Solicitado por : FAMILIA SANCELA	Fecha de muestreo : 12-09-13
Dirección : Laso, Panamericana Norte km. 14	Fecha de análisis : 12/20-09-13
Telefax : 2779-122	Fecha de entrega : 23-09-13
Tipo de muestra: SLIME	Muestreo por : SOLICITANTE
Cod. Muestra: 12517 - 13	CÓDIGO: GC: 248

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PROGRAMA DE EXAMEN	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO DE ENSAYO
CONTAJE AEROBIOS HETERÓTROFOS MESÓFILOS	uf.c./g.	69 x 10 ⁴	PEE/LASA/MB/03
COLIFORMES TOTALES	NMP/g.	>1100	PEE/LASA/MB/01b
ESCHERICHIA COLI	NMP/g.	< 3	PEE/LASA/MB/09b
PSEUDOMONAS AERUGINOSAS	NMP/g.	< 3	PEE/LASA/MB/14
S. AUREUS	uf.c./g.	AUSENCIA	PEE/LASA/MB/06
SALMONELLA	AUSENCIA/PRESENCIA	AUSENCIA	PEE/LASA/MB/05
ESPORAS AEROBIAS TERMÓFILAS	uf.c./g.	70	*PEE/LASA/MB/03 MODIFICADO
ESPORAS AEROBIAS MESOFILAS	uf.c./g.	13 x 10 ⁵	*PEE/LASA/MB/03 MODIFICADO
ESPORAS ANAEROBIAS TERMÓFILAS	uf.c./g.	< 10	*PEE/LASA/MB/03 MODIFICADO
ESPORAS ANAEROBIAS MESOFILAS	uf.c./g.	< 10	*PEE/LASA/MB/03 MODIFICADO
CLOSTRIDIUM PERFRINGES	uf.c./g.	AUSENCIA	PEE/LASA/MB/07
HONGOS	upc/g	< 10 ²	PEE/LASA/MB/04
LEVADURAS	upc/g	46 x 10 ⁸	PEE/LASA/MB/04

*LOS ENSAYOS MARCADOS CON * NO ESTAN INCLUIDOS EN EL ALCANCE DE LA ACREDITACION DEL OAE*


Dr. Marco Galarza Huales
GERENTE DE LABORATORIO

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio.
Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del Laboratorio.
Av. de la Prensa No. 3-113 y Cloncalo Guano • Telefonos: 2409-814 / 2269-012

Juan Ignacio Pareja OES-97 y Simón Cárdenas • Telefonos: 2290-815
Celular: 099 9236 287 • e-mail: info@laboratoriolasa.com
web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Solicitado por : FAMILIA SANCELA	Fecha de muestreo : 12-09-13
Dirección : Laso, Panamericana Norte km.14	Fecha de análisis : 12/20-09-13
Telefax : 2779-122	Fecha de entrega : 23-09-13
Tipo de muestra: SLIME	Muestreo por : SOLICITANTE
Cod. Muestra: 12517 - 13	CODIGO: GC- 248

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PROGRAMA DE EXAMEN	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO DE ENSAYO
BACTERIAS UNITARIAS	AUSENCIA / PRESENCIA	PRESENCIA	MICROSCOPIA
BACTERIAS FILAMENTOSAS	AUSENCIA / PRESENCIA	AUSENCIA	MICROSCOPIA
FILAMENTOS DE HONGOS	AUSENCIA / PRESENCIA	PRESENCIA	MICROSCOPIA
CELULAS DE LEVADURAS	AUSENCIA / PRESENCIA	PRESENCIA	MICROSCOPIA
ALGAS DIATOMEAS	AUSENCIA / PRESENCIA	AUSENCIA	MICROSCOPIA



Dr. Marco Guillermo Ruales
GERENTE DE LABORATORIO



ANEXO V. HOJA DE SEGURIDAD BACTERICIDA INTEROX TRICIDE

 INTEROC S.A.	HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD	INTEROX Tricida
--	---------------------------------------	-----------------

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO / COMPAÑÍA

INTEROX -TRICIDE

1.1.- Descripción química: Formulación microbicida.

1.2.- Proveedor: **INTEROC S.A.**

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE COMPONENTES

Composición:

Clorometilisotiazolona	CAS N° 26172-55-4	
Metilisotiazolona	CAS N° 2682-20-4	
Agua		

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Muy Irritante para los ojos, la piel y las mucosas
Tóxico por Inhalación, por contacto con la piel y por Ingestión

4. PRIMEROS AUXILIOS

Síntomas y efectos: Provoca severa irritación de la piel y las mucosas.

Primeros auxilios:

En general: En todos los casos de duda, o cuando persistan los síntomas, solicitar atención médica.

Inhalación: En caso de nieblas de producto, trasladar al aire fresco. Si la respiración es dificultosa, aplicar respiración artificial. Consultar al médico después de una exposición importante.

Piel: Quitarse la ropa contaminada. Lavar la piel con abundante agua y jabón. Lavar la ropa antes de volver a usar.

Ojos: Lavar inmediatamente con abundante agua, por lo menos durante 15 minutos. Separar los párpados para asegurar el lavado del globo ocular. Consultar oftalmólogo.

Ingestión: No provocar el vómito (por riesgo a aspiración), no dar a beber leche ni aceite. Lavado de boca y urgente traslado a centro asistencial.

Para el médico: El producto resulta irritante a los ojos, el aparato respiratorio y la piel. Inducir el vómito para la remoción del formulado del estómago puede incrementar el riesgo de neumonitis química y edema pulmonar debido a aspiración del contenido estomacal.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIO

Medios de extinción: Químico seco, espuma, dióxido de carbono. Use lluvia de agua para enfriar las superficies expuestas y proteger al personal. Extinga el fuego con polvo químico seco o espuma. Trate de cubrir los derrames líquidos con espuma.

Medios de extinción inadecuados: ———



INTEROC S.A.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

INTEROX Tricloro

Riesgos especiales de exposición: -----

Productos de descomposición /
combustión peligrosos:

Equipo de protección: Usar aparato respiratorio autónomo.

6. MEDIDAS EN CASO DE DERRAMES

Precauciones personales: Quitar la ropa contaminada inmediatamente. Evite el contacto con los ojos y la piel. (Protección personal, ver sección 8)

Precauciones ambientales: No tirar residuos por el desagüe. No contaminar cursos de agua.

Métodos de limpieza: Recoger tanto como sea posible en un contenedor limpio para reutilización (preferible) o eliminación. Agregar material absorbente y recoger el producto para disposición. Lavar el lugar con agua.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación: Mantener el recipiente bien cerrado y alejado de alimentos.

Prevención de

Incendio y explosión:

Requisitos de almacenaje: No almacenar junto con oxidantes fuertes.

8. CONTROL DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Controles técnicos: Ventilación adecuada.

Limites de exposición: -----

Protección personal

Respiratorio: No necesario

Manos: Guantes impermeables (PVC entelado, nitrilo)

Ojos: Protección de ojos / cara (anteojos / antiparras/ protector facial)

Piel y cuerpo: Indumentaria adecuada.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto: Líquido transparente

Color: Verde amarillento

Olor: -----

Temperatura Inflamación: ----- °C

Inflamabilidad: No inflamable

Propiedades oxidantes: -----

Presión de vapor: -----

Densidad: 1.04 gr/cm³

Solubilidad en agua: Total

pH 3 - 4

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad: Estable en las condiciones recomendadas para el almacenaje y manipulación.

Materiales a evitar: Oxidantes fuertes.



INTEROC S.A.

**HOJA DE DATOS DE
SEGURIDAD**

INTEROX Tricloro

11. INFORMACIONES TOXICOLÓGICASToxicidad oral aguda: LD₅₀ RATAS: - — mg./Kg.

Toxicidad dérmica: LD50 CORRO: - — mg./Kg.

Irritación:

Piel: Irritante

Ojos: muy irritante

Respiratorio: Irritante

12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS

Producto tóxico para los peces. Efluentes no tratados no deben ser arrojados en drenajes hacia arroyos, lagos, ríos.

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

Producto: No permitir que entre en desagües o cursos de agua. La eliminación de residuos debe hacerse de acuerdo a reglamentaciones vigentes para productos especiales.

Embalaje contaminado: Eliminar de acuerdo a reglamentaciones vigentes para productos especiales o peligrosos.

14. INFORMACIONES RELATIVAS AL TRANSPORTE

Clasificación Para El Transporte terrestre: Resol. 195/97

OTRAS SUSTANCIAS REGULADAS, LIQUIDAS, N.E.P.	
NUMERO DE ONU	3082
Ficha intervención CIQUIME	Nº 171
Riesgo principal:	9
Riesgo secundario:	.
Nº de riesgo	90
Grupo de embalaje:	III

Clasificación para el transporte marítimo: IMO / Código IMDG.

OTRAS SUSTANCIAS REGULADAS, LIQUIDAS, N.E.P.	
NUMERO DE ONU	3082
Ficha intervención CIQUIME	Nº 171
Riesgo principal:	9
Riesgo secundario:	.
Nº de riesgo	90
Grupo de embalaje:	III
Contaminante marino	



INTEROC S.A.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

INTEROX Triclide

15. INFORMACIONES REGAMENTARIAS

Identificación: SUSTANCIAS PELIGROSAS DIVERSAS

Frases de riesgo (R):

R23/24/25: Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

R36/37/38: Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.

Frases de seguridad (S):





S29/35: No tirar los residuos por el desagüe, eliminense los residuos y los envases como residuos especiales o peligrosos.

S36/37/39: Úsese indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos / cara.

16. OTRAS INFORMACIONES

La información indicada se considera correcta pero no pretende ser limitativa y debe utilizarse únicamente como orientación. Interoc S.A. no será responsable de daños o perjuicios consecuencia de manipulación o contacto con el producto.

Clasificación NFPA

TRICIDE CM			
Salud	Azul		3
Inflamabilidad	Rojo		0
Reactividad	Amarillo		0
Riesgo especial	Blanco		

ANEXO VI. HOJA DE SEGURIDAD HIPOCLORITO DE SODIO INTEROX HS10

Página 1 de 4



MSDS INTEROX HS 10
Fecha de Revisión: 03-Marzo-2013

HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES

NIVEL DE RIESGO	
Salud:	3
Inflamabilidad:	0
Reactividad:	1

1. IDENTIFICACION DEL MATERIAL

Nombre Comercial: INTEROX HS 10
Nombre Químico: Solución de Hipoclorito de Sodio
Formula Química: ClO₂Na
Nombre del Distribuidor: INTEROC S.A
Dirección del Distribuidor: KM 16 ½ VIA DAULE

2. COMPOSICION / INFORMACION DE INGREDIENTES

Ingrediente(s) Peligroso(s)	% (p/p)	TLV(ppm)	CAS N°
Hipoclorito de Sodio	10	2 mg/m ³	14380-61-1

3. PROPIEDADES FISICAS

Apariencia : Líquido amarillo verdoso
Olor : Sofocante, parecido al cloro
Temperatura de Ebullición : 110 (El producto se descompone rápidamente)
Densidad Líquido : 1.155 g/cm³
Solubilidad en agua : Total

4. FUEGO Y EXPLOSION

Incendio y Explosión: Por sí solo no genera riesgos de fuego. Las soluciones de hipoclorito de sodio se descomponen al calentarse. Los productos de descomposición pueden provocar que los tambores o contenedores se rompan o exploten. Es posible que ante materiales orgánicos o agentes oxidantes se produzca una reacción vigorosa del producto que puede generar fuego.
Esta solución no es considerada explosiva. (El hipoclorito de sodio anhidro, es muy explosivo)

Medio para extinguir el fuego: Use cualquier método adecuado para extinguir el fuego de los alrededores. Use una lluvia de agua para enfriar los recipientes expuestos al fuego, diluir el líquido y controlar los vapores.

Nota para la brigada de emergencia:

Utilice equipo de respiración autónomo a presión positiva y equipo de protección completo.

5. RIESGOS PARA LA SALUD

Inhalación: La excesiva inhalación de vapores y nieblas o humos puede causar irritación bronquial, tos, respiración dificultosa, náusea y edema pulmonar. Adicionalmente los efectos incluyen colapso del sistema circulatorio, confusión, delirio y coma.

Ingestión: Puede causar erosión de las membranas mucosas. Otros síntomas incluyen vómito, colapso circulatorio, confusión, coma y muerte. Puede causar edema en la faringe, glotis y laringe y perforación del esófago y el estómago. Los efectos son menos dañinos a menores concentraciones.

Contacto con la Piel: Puede causar severa irritación con presencia de ampollas y eczemas, especialmente a concentraciones mayores de 6 % p/p.

Contacto con los Ojos: El contacto puede causar severa irritación y lesión, directamente proporcional con la concentración.

Exposición crónica: Una constante irritación de los ojos y la garganta.

Condiciones agravantes: Las personas con disminución de la función respiratoria son más susceptibles a los efectos de esta sustancia.

Primeros Auxilios.

Inhalación: Procure aire fresco. Si no respira, dé respiración artificial. Si la respiración es dificultosa, dé oxígeno. Solicite atención médica inmediatamente.

Ingestión: No inducir vómito. Dé grandes cantidades de agua. Si la persona está inconsciente no administre nada por la boca. Solicite inmediatamente atención médica.

Contacto con la Piel: Lave inmediatamente la piel con abundante agua, por lo menos durante 15 minutos mientras remueve la ropa y zapatos contaminados. Solicite atención médica. Enjuague completamente la ropa y zapatos antes de usarlos de nuevo.

Contacto con los Ojos: Lave inmediatamente los ojos con abundante agua por lo menos durante 15 minutos, levante ocasionalmente los párpados superior e inferior. Solicite atención médica inmediatamente.

Nota para el Médico:

Considere la administración oral de soluciones de tiosulfato de sodio, para casos de ingestión del hipoclorito de sodio. No administre sustancias neutralizantes que puedan generar reacción exotérmica y lesionar más los tejidos. Una intubación endotraqueal podría ser necesaria para el caso de un edema de glotis. Para individuos con inhalación significativa por exposición, controle contaminación en la sangre y aplique rayos x, al pecho.

6. ESTABILIDAD

Estabilidad: Se descompone lentamente en contacto con el aire, incrementándose este efecto de manera directamente proporcional con la concentración y la temperatura. La exposición a la luz solar acelera la descomposición. En condiciones adecuadas de almacenamiento, tiene una pérdida de 0,07 % de cloro activo por día.

Peligros por descomposición: Cuando es calentado hasta descomposición, emite vapores tóxicos de cloro, ácido hipocloroso y ácido clorhídrico. A altas temperaturas se forma óxido de sodio.

Incompatibilidades: Amoníaco (puede formarse gas de cloramina), aminas, sales de amonio, aziridina, metanol, fenil acetónitrilo, celulosa, metales oxidables, ácidos, jabones y bisulfatos.

Condiciones a evitar: Luz, calor, productos químicos incompatibles, prolongado almacenamiento.

7. PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAMES

Ventilar el área. El personal de la brigada de emergencia, debe contar con el equipo de protección completo. Aísle el área de riesgo al menos 25 metros a la redonda. Mantenga fuera del área al personal no protegido. Proceda a recoger el líquido en los recipientes adecuados o absorber con material inerte: arena seca, tierra. No use materiales combustibles. No descargue a la alcantarilla producto concentrado.

8. MEDIDAS DE CONTROL DE HIGIENE INDUSTRIAL

Ventilación: Se recomienda un sistema local para evacuar gases, que permita mantener el TLV con valores permisibles y a la vez controlar las emisiones contaminantes en la fuente misma, previniendo la dispersión general en el área de trabajo.

Respirador personal: Utilice un respirador aprobado según NIOSH/OSHA, siguiendo las recomendaciones del fabricante, como medida de precaución en donde se puedan existir contaminantes suspendidos en el aire.

Protección de ojos: Use gafas plásticas de seguridad y en lugares susceptibles de salpicaduras utilice la mascarilla facial completa. Mantenga una ducha y un equipo para lavado de ojos en el lugar de trabajo.

Protección de la Piel: Para casos emergentes se requiere traje de PVC (En condiciones normales de operación: usar delantal de PVC), incluyendo botas de caucho, guantes de caucho, y casco protector.

9. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Evite el almacenamiento cerca de ácidos, compuestos oxidantes, amoniacales, alcoholes o hidrocarburos. Las áreas de almacenamiento deben ser limpias, frescas y secas. Evite el contacto con metales. No almacene en tanques subterráneos.

A los recipientes cerrados se les deberá proveer ventilación a fin de liberar el oxígeno, producto de la descomposición normal, especialmente si se someten los recipientes al calor.

10. INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

Descripción DOT	:	Hipoclorito Solución
Clase Peligro DOT	:	Clase 8 Materiales Corrosivos
UN serie #	:	1791
IMGD Página	:	8186

11. OTRA INFORMACION

La información presentada aquí es exacta y confiable. El uso de esta información y las condiciones de uso del producto es responsabilidad del Cliente. No aceptamos responsabilidad legal por cualquier pérdida o daño ocasionado al cliente.

Sin embargo nuestro personal técnico estará complacido en responder preguntas relacionadas con los procedimientos de manejo y uso seguro.