

**ESTUDIO PRELIMINAR TECNICO ECONOMICO DEL APROVECHAMIENTO
DEL ACIDO USADO EN EL PROCESO DE DECAPADO DE ALAMBRES DE
PROALCO S.A EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS
INDUSTRIALES DEL SECTOR LACTEO.**

**ING. ROSARIO CUBIDES CUELLAR
ING. EDGAR AMAYA CASTAÑEDA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTA DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2010

**ESTUDIO PRELIMINAR TECNICO ECONOMICO DEL APROVECHAMIENTO
DEL ACIDO USADO EN EL PROCESO DE DECAPADO DE ALAMBRES DE
PROALCO S.A EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS
INDUSTRIALES DEL SECTOR LACTEO.**

**ING. ROSARIO CUBIDES CUELLAR
ING. EDGAR AMAYA CASTAÑEDA**

Monografía para optar el título de especialista en Ingeniería Ambiental

**Director: GUSTAVO JAIME
Gerente Técnico y Comercial Nacional de FUN – Water - Clariant Colombia
S.A.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTA DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2010

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros agradecimientos a:

Las empresas Proalco S.A, Clariant S.A. y Danone Alquería S.A., por permitirnos los recursos físicos, técnicos, financieros y humanos que fueron utilizados en el desarrollo de este trabajo.

Al Laboratorio de FUN – Water de Clariant, por la realización de los análisis físicos químicos de las pruebas de jarras hechas en campo.

TABLA DE CONTENIDO

	Págs.	
1	INTRODUCCION	1
2	OBJETIVOS	2
2.1	OBJETIVO GENERAL	2
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
3	METODOLOGIA	3
4	MARCO TEORICO	6
5	CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS Y LA CONCENTRACION DEL ACIDO USADO EN EL PROCESO DE DECAPADO DE ALAMBRES	8
5.1	DESCRIPCION GENERAL DEL PRO CESO PRODUCTIVO	8
5.2	PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	9
6	FUNCIONALIDAD DEL RESIDUOS ACIDO GENERADO EN EL DECAPADO DE ALAMBRES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR LACTEO, POR MEDIO DE PRUEBAS DE JARRAS	14
6.1	RESULTADO PRUEBAS DE JARRAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDAL DANONE ALQUERIA	15
7	COMPARATIVO TECNICO ECONOMICOENTRE LA DISPOSICION FINAL AMBIENTAL INTERNA PROALCO DEL ACIDO USADO EN EL DECAPADO Y EL USO DEL RESIDUO ACIDO EN EL TRATAMIENTO AQUIMICO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR LACTEO	30
7.1	TRATAMIENTO QUIMICO DEL ACIDO USADO EN EL DECAPADO DE ALAMBRE DE PROALCO S.A.	30
7.2	TRATAMIENTO QUIMICO AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DEL SECTOR LACTEO DANONE ALQUERIA	35
	CONCLUSIONES	40
	BIBLIOGRAFIA	42
	ANEXOS	43

LISTA DE TABLAS

		Págs.
Tabla N° 1	Resumen de los principales impactos de cada etapa del proceso de decapado	10
Tabla N° 2	Composición media de los ácidos de los baños de decapado	11
Tabla N° 3	Composición de los contaminantes del baño de ácido de decapado	11
Tabla N° 4	Concentración de ácido en ácido usado en el decapado de alambre	12
Tabla N° 5	Características físico/químicas de agua cruda Danone alquería	15
Tabla N° 6	Índice de willcomb	16
Tabla N° 7	Pruebas de jarras N° 1 Danone	18
Tabla N° 8	Pruebas de jarras N° 2 Danone	19
Tabla N° 9	Pruebas de jarras N° 3 Danone	20
Tabla N° 10	Pruebas de jarras N° 4 Danone	21
Tabla N° 11	Pruebas de jarras muestra de agua N° 5 Danone	24
Tabla N° 12	Análisis físico químicos del agua de las pruebas de jarras de la muestra de agua N° 4 Danone	26
Tabla N° 13	Comparativo de variables físico químicas del agua cruda y la clarificación de la muestra de agua N° 4 Danone	28
Tabla N° 14	Pruebas de jarras de ácido de decapado de alambres	33
Tabla N° 15	Resultado de Pruebas de jarras de ácido de decapado de alambres	33
Tabla N° 16	Dosis de productos para el tratamiento de ácido de decapado de alambres	34
Tabla N° 17	Costos del tratamiento mensual del ácido de decapado de alambres	35
Tabla N° 18	Dosis y precio del tratamiento químico con ácido de Proalco	39
Tabla N° 19	Dosis y precio del tratamiento químico con ácido nítrico	39

LISTA DE GRAFICAS

	Págs.
Grafica N° 1 pH vs. Calificación clarificación	22
Grafica N° 2 Dosis de acido de Proalco vs. pH	23
Grafica N° 3 Turbiedad y sólidos suspendidos vs. Jarra	26
Grafica N° 4 pH clarificación y color vs. Jarra	27
Grafica N° 5 DQO y Aceites y Grasas	27
Grafica N° 6 Volumen de lodo y sólidos sedimentables vs. Jarra.	28
Grafica N° 7 Precipitación de metales por medio de pH	30

LISTA DE FIGURAS

	Págs.
Figura N°1 Coagulación	24
Figura N°2 Floculación	25
Figura N°3 Sedimentación	25
Figura N°4 Diagrama del tratamiento de aguas residuales industriales de Proalco S.A.	31
Figura N°5 Diagrama del tratamiento químico de aguas residuales Danone Alquería	36

LISTA DE ANEXOS

	Págs.
Anexo N°1 Caracterización fisicoquímica de ácido de decapado de Alambres Proalco S.A.	44

RESUMEN

TITULO

ESTUDIO PRELIMINAR TECNICO Y ECONOMICO DEL APROVECHAMIENTO DEL ACIDO USADO GENERADO DEL PROCESO DE DECAPADO DE ALAMBRES DE LA EMPRESA PROALCO S.A.*

AUTOR(ES)

ROSARIO MARCELA CUBIDES CUELLAR - EDGAR AMAYA CASTAÑEDA**

PALABRAS CLAVES

APROVECHAMIENTO, CLARIFICACION, COAGULACION, FLOCULACION, PRUEBAS DE JARRAS, TRATAMIENTO DE AGUA.

DESCRIPCION:

El presente trabajo describe el estudio preliminar técnico y económico para el aprovechamiento del ácido usado generado del proceso de decapado de alambres de la empresa Proalco S.A., como coayudante en la coagulación de los tratamientos de aguas residuales industriales del sector lácteo; reemplazando el ácido clorhídrico para bajar el pH y actuando a la vez como precipitador de contaminantes. Lo cual conllevará a disminuir el consumo de insumos en el sector Lácteo como ácido clorhídrico, coagulante, floculante y en la disposición ambiental del ácido como su tratamiento en una planta de aguas residuales donde se usa precipitantes como cal, floculantes y demás. Al realizar el tratamiento de aguas residuales industriales generadas por el decapado de alambre existe la generación de lodos los cuales tienen un costo económico y ambiental en su proceso de disposición.

La metodología usada estuvo basada en un diseño experimental, en el cual inicialmente se tomaron muestras del ácido proveniente del decapado de alambres para ser analizados en laboratorios externos, donde a partir de la identificación de las características físico químicas de este ácido, se establecieron diferentes pruebas de jarras para determinar su capacidad de neutralización y coagulación en el tratamiento de aguas residuales del sector Lácteo. Llegando a la conclusión de que este ácido de decapado puede ser empleado como ayudante en la clarificación para tratamientos de aguas residuales industriales del sector lácteo.

Las conclusiones finales y recomendaciones están incluidas en el presente documento.

*Proyecto de Grado.

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ciencias Químicas. Director: Gustavo Jaime

ABSTRACT

TITLE

PRELIMINARY TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY OF THE UTILIZATION OF THE USED ACID GENERATED OF THE PROCESS OF CLEANING WIRE OF THE COMPANY PROALCO S.A.*

AUTHOR (S)

ROSARY MARCELA CUBIDES CUELLAR - EDGAR AMAYA CASTAÑEDA**

KEY WORDS

RECYCLING, CLARIFICATION, CUAGULATION, FLOCCULATION, JAR TEST, WASTE WATER TREATMENT.

DESCRIPTION:

The present work describes the preliminary technical and economic study for the recycling of the used acid generated of the process of cleaning wire of the company Proalco S.A., like a secondary product in the coagulation of treatments of industrial waste water of the lacteal sector. Replacing the chloride acid to lower the pH and acting simultaneously like precipitated of pollutants. This will carry to diminishing of inputs in the lacteal sector as chloride acid, coagulation, and the environmental disposition of the acid like his treatment in the industrial waste water where used precipitates as quicklime, flocculants and others are. On having realized the treatment of industrial waste water generated by the wire cleaning, this can generate a filter cake that which has economic and environmental cost in the process of elimination.

The methodology was based on an experimental design, in which initially there took samples of acid from cleaning wire to be analyzed in external laboratories, where from the identification of the physical and chemical characteristics of this acid, were established different jar test to determinate his capacity of neutralization and coagulation in the treatment of industrial waste water of the lacteal sector, coming to the conclusion, that this acid from cleaning wire can be used as assistant in the clarification for treatments of industrial waste water of the lacteal sector.

The final conclusions and recommendations are included in the present document.

*Thesis Project

**Faculty of Physical and Chemical Engineering. School of chemical sciences. Director: Gustavo Jaime

GLOSARIO

APROVECHAMIENTO: Es el proceso de recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración.

COAGULACIÓN: Proceso de desestabilización de las partículas coloidales destruyendo las fuerzas que las separan entre sí. Adición de una sustancia química soluble (coagulante), la cual transfiere sus iones a sustancias poco o no sedimentables a sólidos coloidales. La precipitación de los iones se presenta en condiciones adecuadas de pH y alcalinidad, necesitándose de procesos auxiliares de dosificación, mezcla y tiempo de reacción.

FLOCULACION: La función del floculante es de reunir partículas floculadas en una red, formando puentes de una superficie a otra y enlazando la partículas individuales en aglomerados; esta aglomeración genera un aumento del peso del floc y luego una sedimentación del floc.

INDICE DE WILLCOMB: Consiste simplemente en observar la forma como se desarrolla el floc en cada una de las jarras, escogiendo aquella que produzca el floc más grande, de mayor velocidad de asentamiento aparente, y que deje ver un agua más cristalina entre las partículas coaguladas.

NEUTRALIZACIÓN: Es la interacción de un ácido con una base. En soluciones acuosas, la acidez y alcalinidad se definen con respecto al pH; esta neutralización se puede emplear para romper emulsiones, para insolubilizar ciertas especies químicas.

PRUEBAS DE JARRAS: La naturaleza tan variable de los residuos peligrosos y el efecto substancial que pueden tener sus constituyentes en el proceso de

precipitación hacen necesaria una prueba para la selección de los parámetros del diseño del proceso. Estas “Pruebas de jarras” realizadas a escala de banco en muestras de residuo pueden llevarse a cabo de una manera simple y rápida para poder determinar la dosis de los agentes precipitantes, pH óptimo, la facilidad de sedimentación.

PUNTO ISOELECTRICO: Punto de equivalencia eléctrica de iones positivos y negativos cargados.

RESIDUO: Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas que actualmente está enfrentando nuestro medio ambiente, es la generación no controlada de diferentes tipos de residuos que de acuerdo a su toxicidad, pueden clasificarse como peligrosos y no peligrosos, estos últimos si no son manejados adecuadamente, resultan causando grandes deterioros, no solamente la salud de las personas, sino también al medio ambiente.

Por eso, el presente documento tiene por finalidad plantear una alternativa para el aprovechamiento del residuo de ácido usado generado en el proceso de decapado de alambres de la empresa Proalco S.A., donde se busca darle una valorización del residuo y a su vez un uso en otros procesos industriales, lo cual conllevará a la reducción ó eliminación de nuevos sub-residuos que generarían de su tratamiento y/o disposición final.

Los temas incluidos en el desarrollo de este trabajo, están direccionados a identificar las características físico químicas del residuo, lo cual se tomará como referencia para el diseño y pruebas de jarras para el uso del residuo, en tratamientos de aguas residuales del sector lácteo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar una evaluación técnica y económica para el aprovechamiento del ácido generado en el proceso de decapado de alambres de la empresa Proalco S.A. mediante el aprovechamiento como ayudante en la clarificación para tratamientos de aguas residuales industriales del sector de lácteo.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las características fisicoquímicas y la concentración del ácido generado en el proceso de decapado de alambres.
- Determinar la funcionalidad del residuo ácido generado en el decapado de alambres, en el tratamiento de aguas residuales del sector lácteo, por medio de pruebas de jarras.
- Realizar un comparativo técnico económico entre la disposición final ambiental interna de Proalco de este ácido y el uso del residuo ácido en el tratamiento químico de aguas residuales del sector lácteo.

3. METODOLOGÍA

Para identificar la funcionalidad del ácido usado en el decapado de alambres de Proalco S.A., es necesario reunir información sobre la calidad de la fuente que nos permita conocer sus variaciones a lo largo de un tiempo determinado. Con esta finalidad deben programarse varios muestreos de la fuente que comprendan por lo menos un ciclo estacional completo, a fin de recopilar información suficiente para conocer las variaciones de calidad e identificar los parámetros de calidad que constituyen un problema.

El objeto de la coagulación y de la floculación es transformar las impurezas que se encuentran en suspensión fina, en estado coloidal o en solución, en partículas de mayor tamaño llamados flóculos, que posteriormente son removidos por sedimentación, filtración.

Es importante determinar adecuadamente el coagulante y floculante que se utilizara en el tratamiento de agua del agua residual a estudiar.; esto se hace por medio de una simulación (Pruebas de Jarras), donde se encontraron los diferentes parámetros que se utilizan para controlar el proceso de coagulación y Floculación.

Los Coagulantes y Floculantes se acondicionaron para que trabajen con los gradientes de velocidad y los tiempos de retención óptimos que se encontraron en la planta. Con la utilización del equipo de jarras, se evaluaron los siguientes aspectos en las operaciones de Coagulación y Floculación.

Los parámetros de calidad decisivos para seleccionar la alternativa de tratamiento adecuada son los siguientes:

- ✓ pH
- ✓ Turbiedad y/o color
- ✓ Tamaño del floc (índice de Willcomb)
- ✓ Velocidad de Formación del Flor
- ✓ Volumen del Lodo
- ✓ Transparencia y brillantez del agua clarificada
- ✓ Velocidad de sedimentación
- ✓ Formación de Floc
- ✓ Tiempo de formación del floc

En el proceso de coagulación se ha demostrado la existencia de una dosis óptima que varía en función del pH y de la concentración de coloides presente en el agua cruda. Con dosis menores que la óptima no se desestabilizan los coloides y con dosis mayores, se pueden llegar a reestabilizar, lo que deteriora la calidad del efluente. En floculación se demostró que la dosis óptima, el tiempo de retención y el gradiente de velocidad interactúan de acuerdo con la relación depende de la precipitación inicial generada por el Coagulante.

Se obtuvo una eficiencia de la clarificación teniendo en cuenta el tiempo de retención mínimo, que corresponde a un determinado valor de gradiente de velocidad y que por debajo de este valor mínimo, ya no se consigue la misma eficiencia, no importa cuál sea el gradiente de velocidad aplicado en el proceso.

Existe un gradiente de velocidad que optimiza el proceso y que, al ser superado, se rompe el flóculo, lo que causa el deterioro de la calidad del efluente.

A partir de la aplicación de estos criterios, se comprobó que la variación de estos parámetros produce un decrecimiento en la eficiencia de los procesos, lo que produce una calidad de agua inferior, generalmente con un consumo mayor de sustancias químicas.

El método empleado para llevar a cabo las pruebas fue el siguiente:

Velocidad de mezcla rápida:	170 rpm – Tiempo 1´
Velocidad de mezcla lenta	60 rpm – Tiempo 1´ ½

Equipos

- ✓ Equipo de jarras
- ✓ pHmetro
- ✓ Espectrofotometro DR Hach
- ✓ Jeringas
- ✓ Coagulantes y Floculantes
- ✓ Jarras de 1 litro



4. MARCO TEORICO

El tratamiento de aguas residuales, es un proceso de que a su vez incorpora procesos físicos, químicos y biológicos, los cuales tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua libre de contaminantes (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango también convenientes para los futuros propósitos o recursos. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables. Las aguas residuales son generadas por actividades entropicas dentro del sistema de producción de una industria Esto puede ser tratado dentro del sitio en el cual es generado (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) o recogido y llevado mediante una red de tuberías y eventualmente bombas a una planta de tratamiento municipal.

Los esfuerzos para coleccionar y tratar las aguas residuales de la descarga están típicamente sujetas a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles). Recursos industriales de aguas residuales, a menudo requieren procesos de tratamiento especializado.

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales es alcanzado por la separación física inicial de sólidos de la corriente de aguas industriales, seguido por la conversión progresiva de materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas.

Una vez que la masa biológica es separada o removida, el agua tratada puede experimentar una desinfección adicional mediante procesos físicos o químicos. Este efluente final puede ser descargado o reintroducidos de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial o subsuelo)etc. Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

- ✓ Tratamiento primario (asentamiento de sólidos)
- ✓ Tratamiento secundario (tratamiento biológico de sólidos flotantes y sedimentados)
- ✓ Tratamiento terciario (pasos adicionales como lagunas, micro filtración o desinfección)

Sector Lacteo

El agua que llega a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de una empresa de Lácteos corresponde en su mayoría al lavado de equipos en proceso y lavado de canastas. El agua llega a la PTAR a una estación de bombeo, pasa por un tratamiento primario en el cual se retiran gruesos, trampa de grasas, tamiz para remoción de finos, tanque de acidificación, tanque de coagulación, DAF y posteriormente a un reactor anaeróbico antes de ser vertida al exterior.

Sector Decapado

El agua residual industrial que se trata en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales, proviene de ácidos generados por el proceso de decapado de alambre, donde el ácido es contaminado solamente con hierro. El método usado más común para quitar los iones solubles del metal es precipitar el ion como hidróxido metálico, elevando el pH de la solución con un material alcalino común tal como la cal, los compuestos metálicos se convierten en insolubles y son precipitados en la solución.

5. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y LA CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO USADO EN EL PROCESO DE DECAPADO DE ALAMBRES.

5.1. Descripción general del proceso productivo

Decapado de alambres:

El decapado es el método mediante el cual se elimina el óxido y las cascarillas de la superficie del alambre mediante disoluciones ácidas. El objetivo de este proceso es la eliminación de la cascarilla sin que se llegue a atacar la superficie del acero. Para ello es necesaria la adición de inhibidores para que no haya prácticamente ataque al metal base. Los factores más importantes que influyen a la hora de El decapado es el método mediante el cual se elimina el óxido y las cascarillas de la superficie de la pieza mediante disoluciones ácidas.

El objetivo de este proceso es la eliminación de la cascarilla sin que se llegue a atacar la superficie del acero.. Los factores más importantes que influyen a la hora de mantener el baño de decapado son: la concentración de ácido, la temperatura del baño, y la duración del tratamiento. En el proceso de Decapado de Alambre se utiliza fundamentalmente como ácido de decapado el ácido clorhídrico (HCl).

La concentración del baño de decapado es de un 14-16% en peso en caso de utilizar ácido clorhídrico, siendo la temperatura de trabajo de 60-80°C.

La actividad del baño de decapado va disminuyendo al aumentar su concentración en hierro, por lo que es necesario realizar adiciones periódicas de ácido para mantenerla. Así mismo, será necesario reponer las pérdidas producidas tanto por evaporación como por arrastre de las piezas, compensándose estas pérdidas mediante la adición de agua. Este sistema puede mantenerse así hasta que se alcanza el límite de solubilidad del cloruro ferroso (FeCl_2) en el propio ácido clorhídrico, por lo que una vez que se ha llegado a este límite ($\sim 150 \text{ g/L}$), el baño de decapado estará agotado siendo necesaria su renovación.

5.2. Problemática Ambiental

La actividad de tratamiento de superficies y en particular los procesos de Decapado producen fundamentalmente efluentes líquidos de dos tipos. Por un lado, aparecen cargas contaminantes altas, en volúmenes relativamente pequeños, (efluentes generados en los baños de proceso), y por otro lado, efluentes con cargas contaminantes diluidas en grandes volúmenes de agua (efluentes procedentes de los enjuagues o lavados).

La generación de desechos sólidos o semisólidos son el siguiente problema en importancia después de los vertidos líquidos. Los principales residuos resultantes de la actividad son: disoluciones viciadas, lodos con contenido en metales pesados procedentes del tratamiento de las aguas residuales, aceites y grasas procedentes de la separación de aceites de los baños de desengrasado, etc.

Tabla No.1. Resumen de los principales impactos de cada etapa del proceso Decapado.

ETAPA	TIPO DE CONTAMINACIÓN	AFECCIÓN
DECAPADO	Atmosférica	Vapores ácidos
	Residuos	Baños agotados, lodos de cubas

Baños de decapado agotados (Acido usado)

Si se parte de disolución nueva de decapado, a medida que transcurre el proceso va aumentando la concentración de hierro y metales, mientras disminuye la concentración de ácido, manteniéndose constante la concentración de cloruro. El ácido puede ir reponiéndose hasta cierto punto, pero llega un momento en que se alcanza el límite de solubilidad del hierro en la disolución, alrededor de 150 g/L, por lo que será necesaria la renovación del baño.

La composición fundamental de estos baños de decapado agotados es: ácido residual libre, cloruros de hierro, componentes de la aleación de los aceros e inhibidores de decapado. En caso de que el desengrasado de las piezas se realice en el propio baño de decapado mediante sustancias desengrasantes decapantes, también tendrán en su composición una cantidad considerable de aceites y grasas libres y emulsionados.

Generalmente, para la preparación de los baños de decapado se utiliza ácido clorhídrico técnicamente puro. Éste, dependiendo de cuál haya sido su origen y su proceso de producción, puede contener diferentes cantidades de metales

pesados. Estas sustancias adicionales no repercuten por lo general en el proceso de decapado.

La tabla No.2. Muestra la composición media de los ácidos de los baños de decapado agotados según su utilización, distinguiendo entre aquellos en los que se decapan todo tipo de piezas (decapados agotados de mezcla), aquellos que decapan sólo las piezas normales de proceso (decapados agotados de hierro).

Tabla No.2. Composición media de los ácidos de los baños de decapado.

	Decapados agotados de Mezcla	Decapados agotados de Hierro
Hierro	< 140 g/l	>140 g/l
HCl	30 -50 g/L	30 -50 g/L
Cloruros	220 -260 g/L	30 -50 g/L

Se realizó una caracterización de la muestra de ácido agotado en el Laboratorio Ivonne Bernier Laboratorios Ltda., donde se establece en mg/lit la composición de cada contaminante encontrado en la muestra como se muestra en la Tabla No.3.

Tabla No.3. Composición de los contaminantes del baño del ácido de decapado.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
Aluminio	mg Al/L	7,96
Cadmio	mg Cd/L	0,22
Cromo Total	mg Cr/L	3,25
Hierro Total	mg Fe/L	59.688
Mercurio	mg Hg/L	78,33
Níquel	mg Ni/L	10,03
Plomo	mg Pb/L	1,38

Anexo No. 1. Análisis Físicoquímico del Laboratorio Ivonne Bernier.

Tabla No.4. Concentración de ácido en ácido usado en el decapado de alambre.

	Concentración (m/m)	Concentración (m/v)
	C: kg HCL / kg	C: kg HCL / m³
Concentración de ácido puro y su equivalencia en masa sobre volumen.	38	451,82
	36	424,44
	34	397,46
	32	370,88
	30	344,70
	20	219,60
Concentraci3n de acido usado y su equivalencia en masa sobre volumen.	7	55,17
	7	54,61
	7	47,81
	6	37,82
	6	36,78
	6	33,10
	7	51,50
	6	34,20
	6	36,78
	5	30,53
	5	29,42
	5	29,42
	5	29,42
	5	26,80
	5	31,26
5	25,74	

* Fuente: control de proceso ZTS.- Proalco S.A.

COMENTARIOS

- ✓ Los datos de concentración en masa/volumen, son determinado mediante titulaciones internas que se hacen como parte del control del proceso y con las cuales se toman las decisiones para cambio de la solución.
- ✓ Los datos de concentración de masa sobre masa, son determinados por medio de equivalencia.

6. FUNCIONALIDAD DEL RESIDUO ÁCIDO GENERADO EN EL DECAPADO DE ALAMBRES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR LÁCTEO POR MEDIO DE PRUEBAS DE JARRAS.

El agua que llega a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales corresponde en su mayoría al lavado de equipos en proceso y lavado de canastas. El agua llega a la PTAR a una estación de bombeo, pasa por un tratamiento primario en el cual se retiran gruesos, trampa de grasas, tamiz para remoción de finos, tanque de acidificación, tanque de coagulación, DAF y posteriormente a un reactor anaeróbico antes de ser vertida al exterior.

Tabla No.5. Características fisicoquímicas del agua cruda de Danone (Alquería)

PARAMETROS	AGUA CRUDA
pH	11,6
Turbiedad (NTU)	563
Color (NTU)	675
DQO (mg/L)	12000
A&G (mg/L)	950,6
Sólidos suspendidos Totales (mg/L)	1154

6.1. Resultados pruebas de jarras planta de tratamiento agua residual Danone (Alqueria).

El objeto de la coagulación y de la floculación es transformar las impurezas que se encuentran en suspensión fina, en estado coloidal o en solución, en partículas de mayor tamaño llamados flóculos, que posteriormente son removidos por sedimentación, filtración.

Es importante determinar adecuadamente el coagulante y floculante que se utilizara en el tratamiento de agua residual.

Por medio de una simulación (Pruebas de Jarras), se encontraron los diferentes parámetros que se utilizan para controlar el proceso de coagulación y Floculación.

Los Coagulantes y Floculantes se acondicionaron para que trabajen con los gradientes de velocidad y los tiempos de retención óptimos que se encontraron en la planta.

Con la utilización del equipo de jarras, se evaluaron los siguientes aspectos en las operaciones de Coagulación y Floculación.

- | | |
|--|-------------------------------|
| *Formación de Floc | *Tiempo de formación del floc |
| *Color | *Tamaño del floc producido |
| *Transparencia, | *Volumen del lodo. |
| *Brillantezdel agua clarificada | *Velocidad de sedimentación |
| *Determinación de la eficiencia de la mezcla | |

El método empleado para llevar a cabo las pruebas fue el siguiente:

Velocidad de mezcla rápida: 170 rpm – Tiempo 1´
Velocidad de mezcla lenta 60 rpm – Tiempo 1´ ½

Para determinar la mejor jarra se determina el tamaño del flóculo producido; se observa el tamaño del flóculo producido y se evalúa cualitativamente según sus características. Su tamaño puede expresarse según el índice de Willcomb, que se incluye en la tabla No.6. Se escoge como dosis óptima la de la jarra que produce una partícula más grande, con mayor velocidad de asentamiento y que deje ver el agua más cristalina entre los flóculos.

Tabla No.6. Índice de Willcomb

Número del índice	Descripción
0 - 1	Flóculo coloidal. Ningún signo de aglutinación.
1 - 2	Visible. Flóculo muy pequeño, casi imperceptible para un observador no entrenado.
3 - 4	Disperso. Flóculo bien formado pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta.)
5 - 6	Claro. Flóculo de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
7 - 8	Bueno. Flóculo que se deposita fácil pero no completamente.
9 - 10	Excelente. Flóculo que se deposita completamente, dejando el agua

	cristalina.
--	-------------

Efectos del pH sobre la coagulación

La cantidad o dosis de coagulante requerida para efectuar una buena coagulación varía con el pH, la naturaleza y la cantidad de sólidos suspendidos y en soluciones contenidas en el agua.

Al realizar las jarras se desarrolló una curva de acidificación para establecer el punto isoelectrico (punto de equivalencia eléctrica de iones positivos y negativos cargados), e identificar a qué pH existe una precipitación y formación de Floc con la adición del Coagulante.

Se encontraron que las condiciones óptimas para la formación de floc existe entre un rango de pH 4.5 a 5.5, donde las concentraciones de iones de hidrógeno (pH) de la mezcla final de agua y el coagulante es de importancia para la formación de Floc. La acidificación contribuye en la oxidación de material orgánico o agua industrial proveniente de limpieza de equipos y pisos.

Se empezó a tomar cuatro tipos de muestra con un pH entrada diferente para cada muestra del agua de entrada a la PTAR y se realizaron las jarras cambiando la dosis del ácido de Proalco S.A. y manteniendo como variables estáticas el Coagulante y floculante.

A continuación se presenta las pruebas de jarras realizadas en el agua residual industrial de Danone (Alqueria):

✓ Muestra de agua No.1.

pH inicial = 11,6

Hora de la toma = 10 a.m.

Caudal = 10 m³/h

Tabla No.7. Pruebas de Jarras Muestra de agua No.1. Danone.

Jarra	pH de Agua de Entrada	ACIDIFICANTE		COAGULANTE	FLOCULANTE	Calificación de Clarificación*
		Dosis Ácido Proalco (ppm)	pH de acidificación	Floctreat 9513 W (ppm)	Floctreat 9505 W (ppm)	
1	11,6	4000	7,3	200	4	4
2	11,6	5000	7,03	200	4	4
3	11,6	6000	7	200	4	6
4	11,6	7000	6,96	200	4	6
5	11,6	8000	6,6	200	4	8

*La calificación de tamaño de floc y claridad de agua está en escala de 1 a 10, siendo 1 el más malo y 10 el más bueno, tomando en cuenta el Índice Willcomb.

De acuerdo a la calificación de la transparencia y tamaño de floc obtenida por la jarras la mejor jarra es la número 5 indicando que el pH 6,6 a una dosis de 8000 ppm.

✓ **Muestra de agua No.2.**

pH inicial = 12,26

Hora de la toma = 12 p.m.

Caudal = 9 m³/h

Tabla No.8. Pruebas de Jarras Muestra de agua No.2.Danone

Jarra	pH de Agua de Entrada	ACIFIDICANTE		COAGULANTE	FLOCULANTE	Calificación de Clarificación*
		Dosis Acido Proalco (ppm)	pH de acidificación	Floctreat 9513 W (ppm)	Floctreat 9505 W (ppm)	
6	12,26	4000	12,17	200	4	1
7	12,26	4500	12,12	200	4	1
8	12,26	5000	12,04	200	4	1
9	12,26	5500	11,93	200	4	2
10	12,26	6000	10,6	200	4	2
11	12,26	6500	8,5	200	4	3
12	12,26	7000	7,7	200	4	6
13	12,26	7500	7,1	200	4	7
14	12,26	8000	6,7	200	4	8
15	12,26	8500	6,5	200	4	9

*La calificación de tamaño de floc y claridad de agua está en escala de 1 a 10, siendo 1 el más malo y 10 el más bueno, tomando en cuenta el Índice Willcomb.

De acuerdo a la calificación de la transparencia y tamaño de floc obtenida por la prueba de jarras las mejores jarras son la No.14 y 15 indicando que el pH promedio es de 6,7 a 6,5 a una dosis de 8000 ppm y 8500 ppm respectivamente.

✓ **Muestra de agua No.3.**

pH inicial = 12,26

Hora de la toma = 3 p.m.

Caudal = 10 m³/h

Tabla No.9. Pruebas de Jarras Muestra de agua No.3. Danone

Jarra	pH de Agua de Entrada	ACIFIDICANTE		COAGULANTE	FLOCULANTE	Calificación de Clarificación*
		Dosis Acido Proalco (ppm)	pH de acidificación	Floctreat 9513 W (ppm)	Floctreat 9505 W (ppm)	
16	11,05	6000	7,8	200	4	6
17	11,05	6500	7,6	200	4	7
18	11,05	7000	6,9	200	4	8
19	11,05	7500	6,6	200	4	9
20	11,05	8000	6,4	200	4	9
21	11,05	8500	6,1	200	4	8
22	11,05	9000	5,8	200	4	7
23	11,05	9500	5,5	200	4	7

*La calificación de tamaño de floc y claridad de agua está en escala de 1 a 10, siendo 1 el más malo y 10 el más bueno, tomando en cuenta el Índice Willcomb.

De acuerdo a la calificación de la transparencia y tamaño de floc obtenida por la prueba de jarras las mejores jarras son la No.19 y No.20 indicando que el pH promedio es de 6,6 a 6,4 a una dosis de 7500 ppm y 8000 ppm respectivamente.

✓ **Muestra de agua No.4.**

pH inicial = 12,26

Hora de la toma = 5 p.m.

Caudal = 10 m³/h

Tabla No.10. Pruebas de Jarras Muestra de agua No.4. Danone

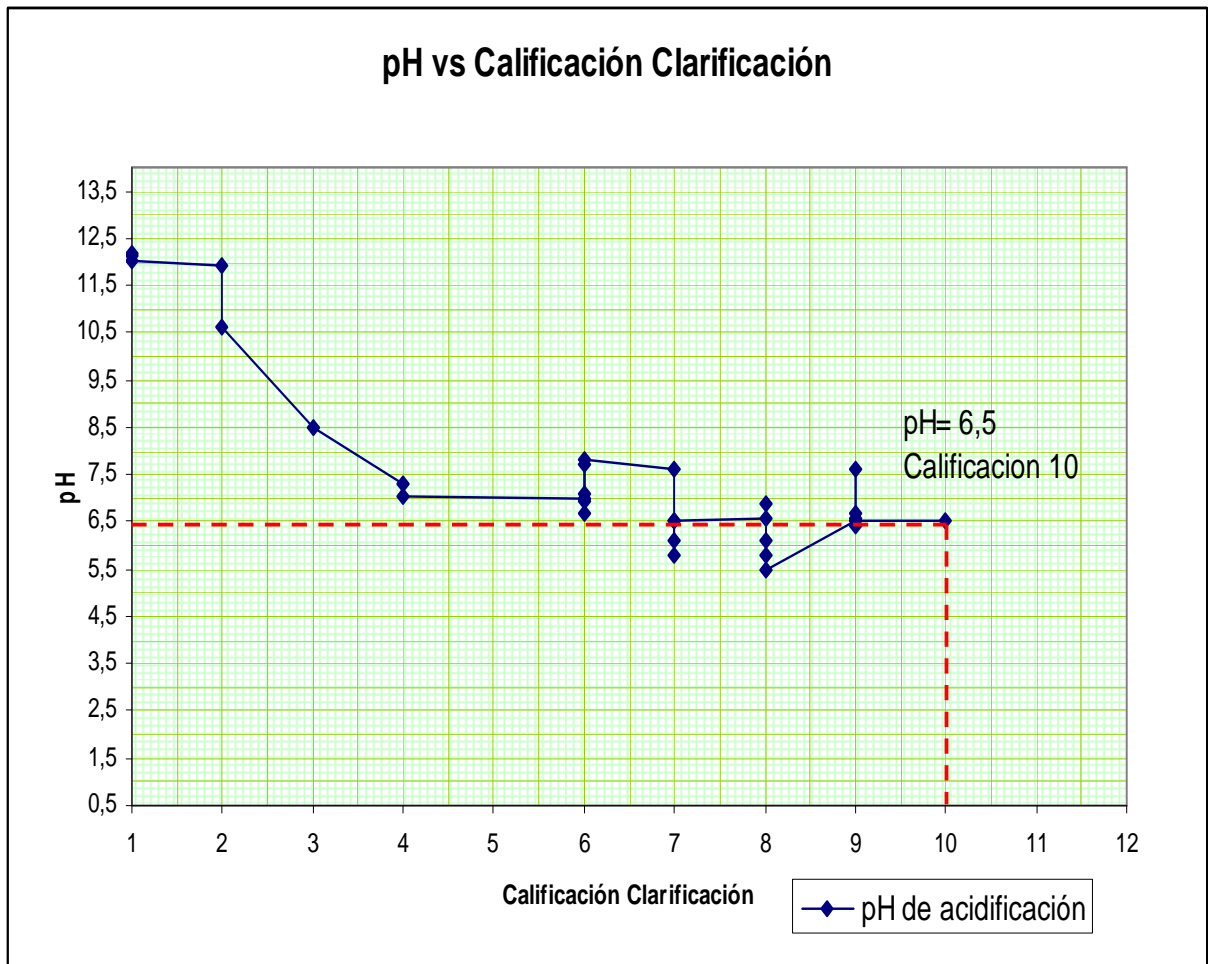
Jarra	pH de Agua de Entrada	ACIFIDICANTE		COAGULANTE	FLOCULANTE	Calificación de Clarificación*
		Dosis Acido Proalco (ppm)	pH de acidificación	Floctreat 9513 W (ppm)	Floctreat 9505 W (ppm)	
24	11,7	7500	7,6	200	4	9
25	11,7	8000	6,7	200	4	9
26	11,7	8500	6,1	200	4	7
27	11,7	9000	5,8	200	4	7

*La calificación de tamaño de floc y claridad de agua está en escala de 1 a 10, siendo 1 el más malo y 10 el más bueno, tomando en cuenta el Índice Willcomb.

De acuerdo a la calificación de la transparencia y tamaño de floc obtenida por la prueba de jarras las mejores jarras son la No.24 y No.25 indicando que el pH promedio es de 6,6 a 6,4 a una dosis de 7500 ppm y 8000 ppm respectivamente.

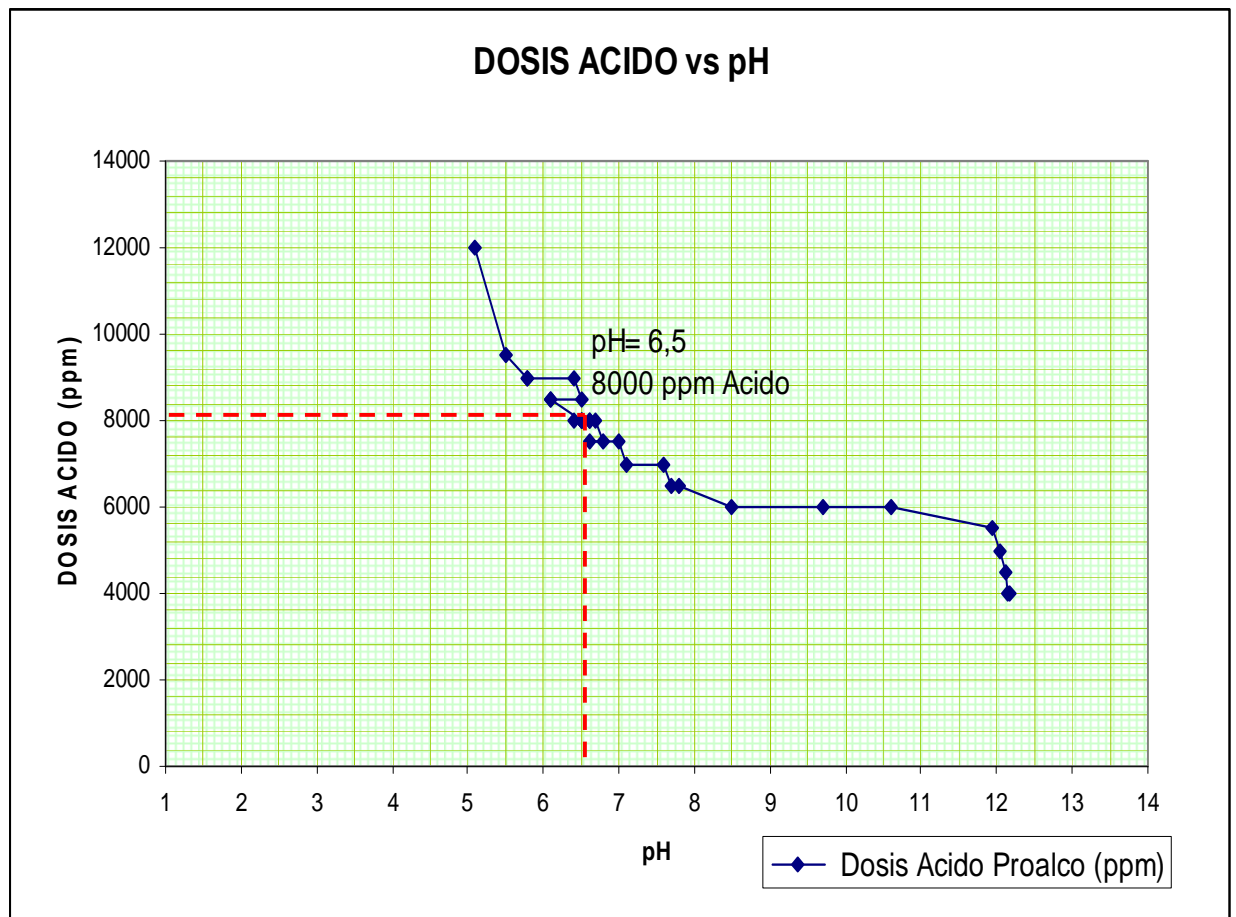
El desarrollo del diseño experimental (Pruebas de jarras) realizado con diferente pH de agua de entrada, se obtuvo mejores resultados a una dosis promedio de ácido usado de 8000 ppm con una calificación de 8 a 9; generando un floc homogéneo y compacto y agua transparente.

Grafica No.1. pH vs Calificación Clarificación.



En la grafica No. 1. pH vs Calificación Clarificación nos muestra el comportamiento del tamaño del floc, transparencia del agua y velocidad de sedimentación de acuerdo al pH, indicando que el pH optimo es de 6,5 para una calificación de 10, es decir que este pH (6,5) el coagulante y el floculante presentan un comportamiento eficiente para obtener un lodo compacto y agua transparente

Grafica No.2. Dosis de Ácido de Proalco vs pH



En la grafica No.2. Dosis Ácido (ppm) vs pH nos muestra que el pH optimo para obtener una buena clarificación dentro de la calificación del Indice de Willcomb de 10 es de 6,5 con una dosis de ácido usado en el decapado de alambre en Proalco S.A. es de 8000 ppm

Es por esto que se realizan pruebas de jarras manteniendo el pH en 6,5 y cambiando la dosis de coagulante y así poder determinar la dosis optima de Coagulante y Floculante con este pH.

✓ **Muestra de agua No.5.**

pH inicial = 12,26

Hora de la toma = 6 p.m.

Caudal = 10 m³/h

Tabla No.11. Pruebas de Jarras Muestra de agua No.5. Danone

Jarra	pH de Agua de Entrada	ACIDIFICANTE		COAGULANTE	FLOCULANTE	Calificación de Clarificación*
		Dosis Ácido Proalco (ppm)	pH de acidificación	Floctreat 9513 W (ppm)	Floctreat 9505 W (ppm)	
28	11,7	8000	6,5	150	4	10
29	11,7	8000	6,5	200	4	9
30	11,7	8000	6,5	250	4	7
31	11,7	8000	6,5	300	4	7

*La calificación de tamaño de floc y claridad de agua está en escala de 1 a 10, siendo 1 el más malo y 10 el más bueno, tomando en cuenta el Índice Willcomb.

Figura No.1. COAGULACIÓN

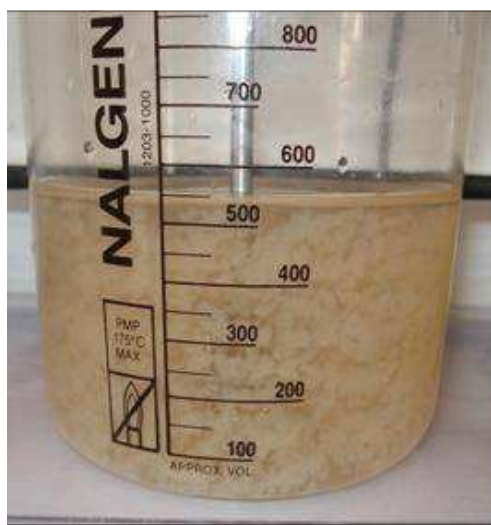


Figura No.2. FLOCULACION

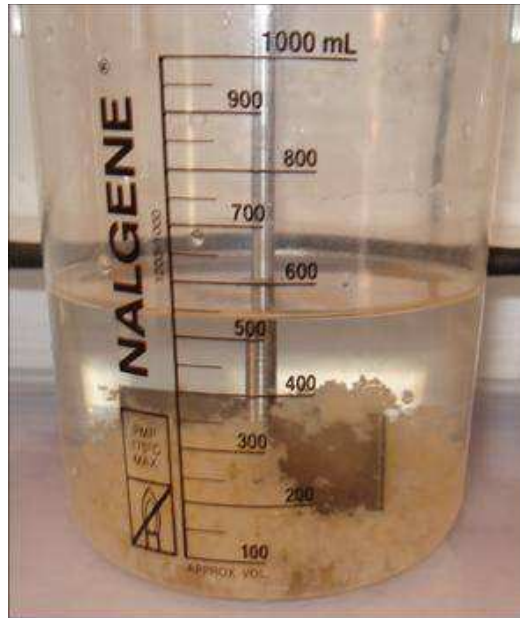


Figura No.3. SEDIMENTACIÓN

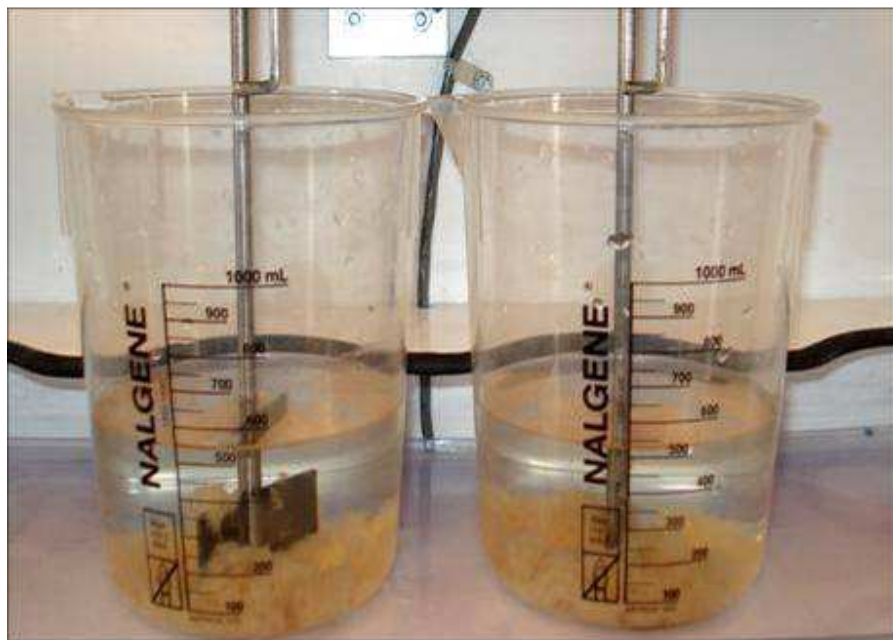
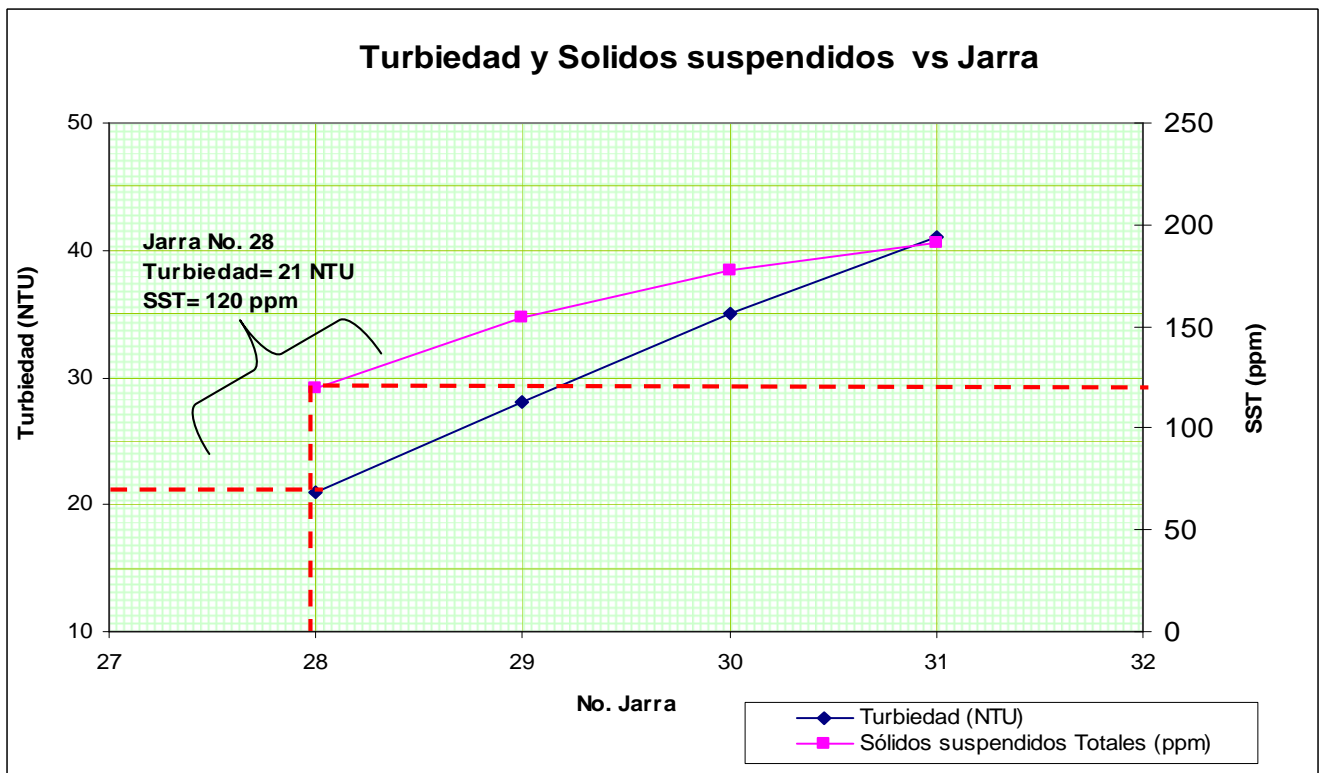


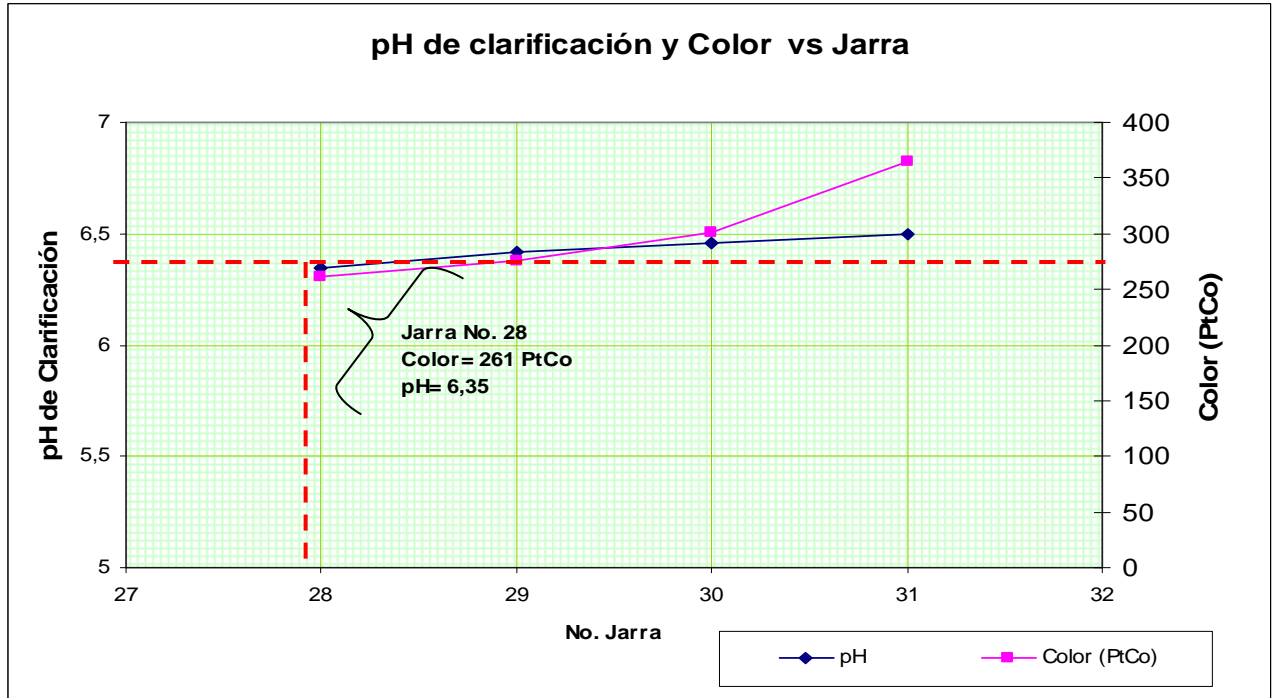
Tabla No.12. Análisis fisicoquímicos del agua de la pruebas de Jarras de la Muestra de agua No.4. Danone

Jarra	pH	Turbiedad (NTU)	Color (PtCo)	Volumen de Lodo (ml)	DQO (mg/l)	A&G (mg/L)	Sólidos suspendidos Totales (ppm)	Sólidos Sedimentables (ml/Lt)
28	6,35	21	261	150	2900	165	120	360
29	6,42	28	276	182	3100	198	154	380
30	6,46	35	301	200	3280	216	178	410
31	6,5	41	365	220	3521	256	191	460

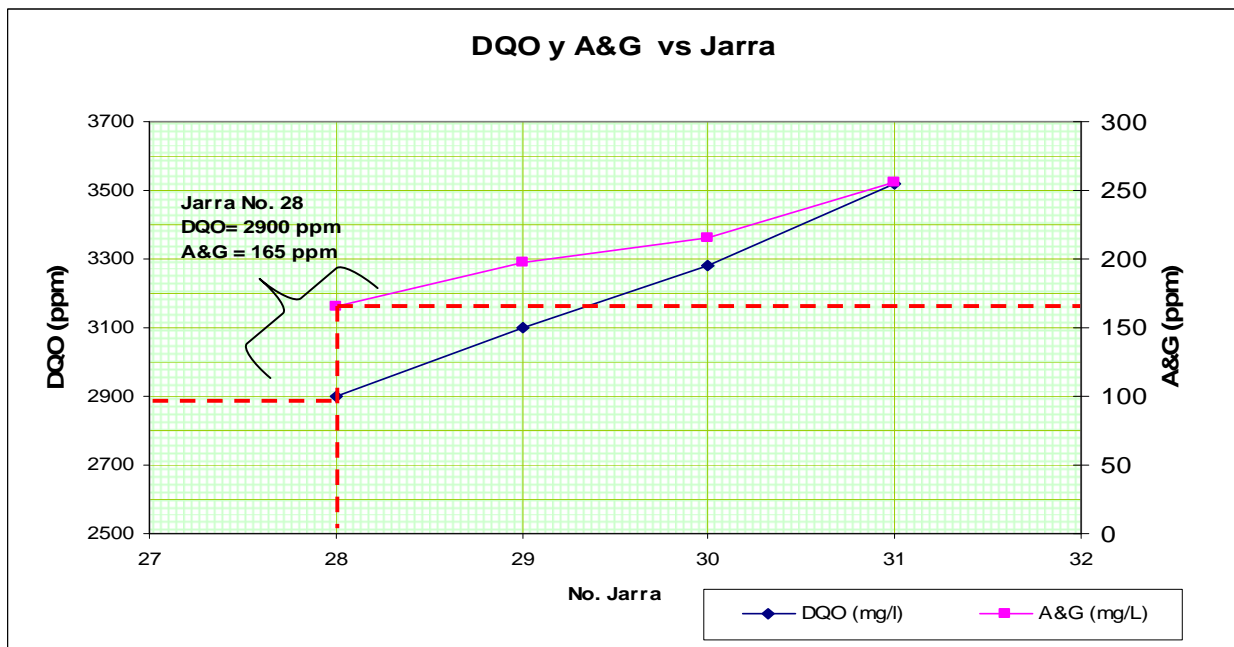
Grafica No.3. Turbiedad y sólidos suspendidos vs Jarra



Grafica No.4. pH y Color vs Jarra



Grafica No.5. DQO y Aceites & Grasas vs Jarra



Grafica No.6. Volumen del lodo y Sólidos sedimentables vs Jarra

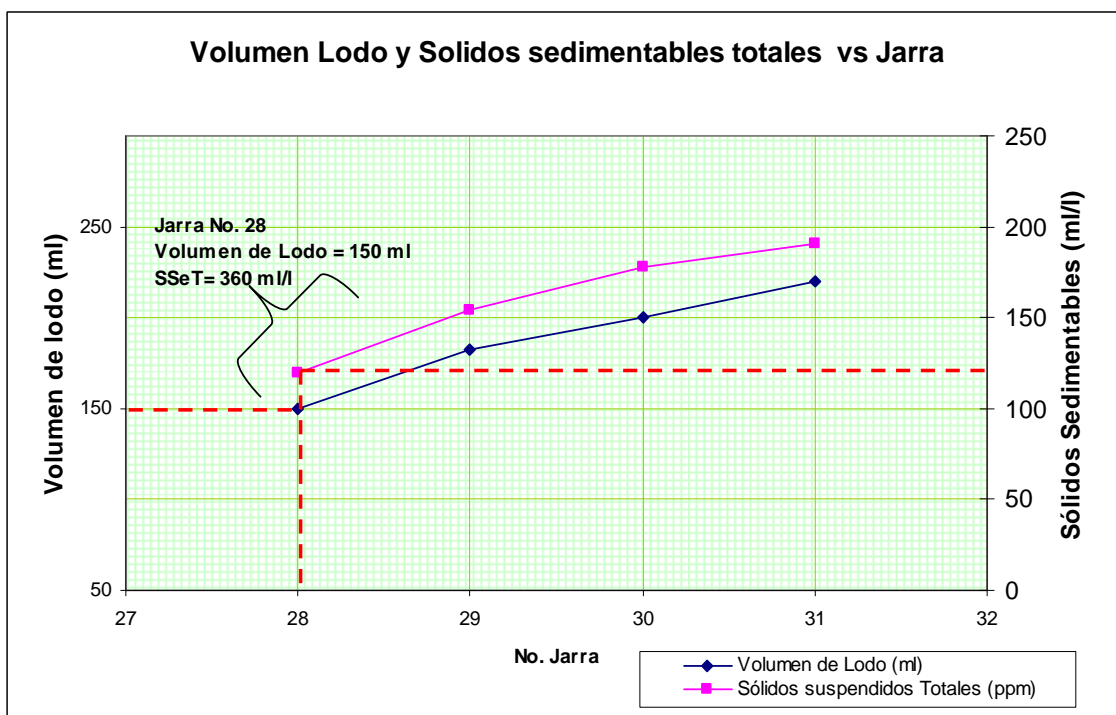


Tabla No.13. Comparativo de variables fisicoquímicas del agua Cruda y la clarificada de Muestra de agua No.4. Danone

PARÁMETROS	AGUA CRUDA	CLARIFICADA EN JARRAS	% REMOCION
pH	11,6	6,35	NA
Turbiedad (NTU)	563	21	96
Color (NTU)	675	261	61
DQO (mg/L)	12000	2900	76
A&G (mg/L)	950,6	165	83
Sólidos suspendidos Totales (mg(L)	1154	12	99
Sólidos Sedimentables Totales (ml/L)	NA	360	NA

COMENTARIOS

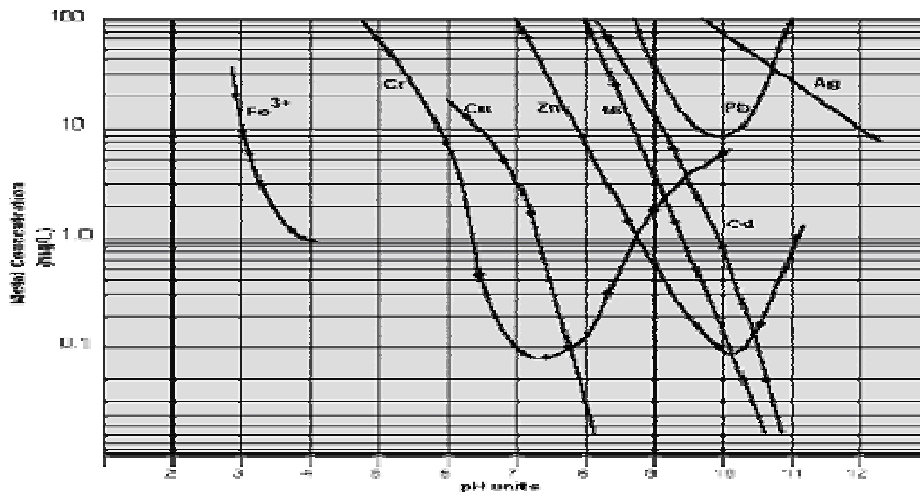
- ✓ El agua cruda que proviene de lavados del área de producción llega en un promedio de pH de 11 a 12 y al aplicarle una dosis de 8000 ppm del ácido de uso del decapado de alambre de Proalco se baja el pH a 6,5 dando un buen comportamiento para la clarificación con una dosis del coagulante 9513W a 150 ppm y el floculante 9515 w a 4 ppm.
- ✓ El pH de acondicionamiento para una buena clarificación es de 6.5; al adicionar el Coagulante Frongrafloc WW 9513 se baja el pH a 6,3 debido a que este coagulante tiene un componente activo de sulfato de aluminio el cual presenta una reacción química de reducción de alcalinidad expresada en Hidróxido (OH).
- ✓ Al mantener el pH en 6,5 con la adición del ácido de uso de decapado de alambres de Proalco se obtuvo una coagulación con dosis mínima de 150 ppm de Flografloc 9513W y no mayor de 200 ppm; indicando que este ácido ayuda a la coagulación y a la disminución de dosis de coagulante como se utiliza actualmente con el Sulfato de aluminio que esta alrededor de 150 a 200 ppm.
- ✓ Se obtuvo una remoción de turbiedad del 96%, Color 61%, DQO 76%, Aceites y grasas 83% y Sólidos suspendidos Totales 99%.

7. COMPARATIVO TÉCNICO ECONÓMICO ENTRE LA DISPOSICIÓN FINAL AMBIENTAL INTERNA DE PROALCO DEL ÁCIDO USADO EN EL DECAPADO Y EL USO DEL RESIDUO ÁCIDO EN EL TRATAMIENTO QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR LÁCTEO.

7.1. Tratamiento Químico del ácido usado en el decapado de alambre de PROALCO S.A.

El agua residual industrial que se trata en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales, proviene de dos fuentes: la primera es generada en el proceso de galvanizado, donde los ácidos diluidos y concentrados son contaminados con hierro, plomo y zinc. La segunda fuente es generada por el proceso de decapado de alambre, donde el ácido es contaminado solamente con hierro.

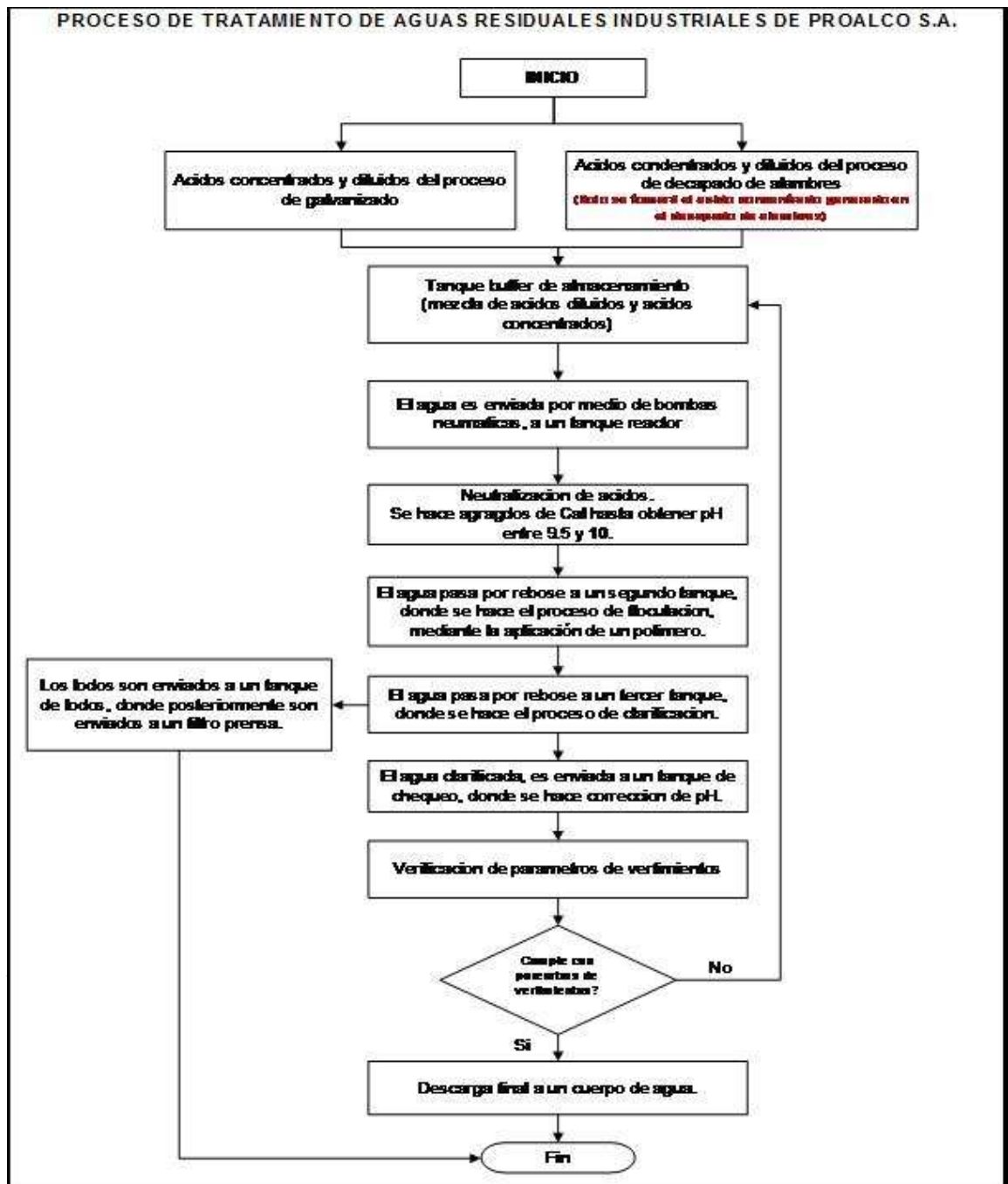
Grafica No.7. Precipitación de metales por medio de pH



El método usado más común para quitar los iones solubles del metal es precipitar el ion como hidróxido metálico, elevando el pH de la solución con un material alcalino común tal como la cal, los compuestos metálicos se convierten en

insolubles y son precipitados en la solución. A continuación esta la curva de solubilidad de los metales, que muestra la solubilidad de los hidróxidos metálicos en relación con el pH.

Figura No.4. Diagrama del Tratamiento de aguas residuales industriales de Proalco S.A.



El volumen generado de ácido usado en el proceso de decapado de alambres es de aproximadamente 30 toneladas/mes.

Para determinar el costo en el tratamiento de este ácido usado, se realizaron unas pruebas de jarras y se establecieron los consumos del coagulante (Cal) y floculante que se requieren para su neutralización y clarificación en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales.

Igualmente se determinó la cantidad de lodo que se genera por dicho tratamiento, donde se encontró lo siguiente:

Las pruebas de jarras fueron realizadas, tomando una muestra de 300 ml de ácido usado, provenientes del tanque N°3, del proceso de decapado de alambres, con un pH de 1.4. La cal usada para la neutralización fue preparada al 12%, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Punto de muestreo:	Tanque #3 Proceso Z.T.S.
Muestra de ácido usada tomada:	300 ml
pH muestra agua cruda:	1.4
% preparación de cal:	12%
% Preparación Polímero (Floculante) ww9505:	0,17%

Tabla No.14. Pruebas de jarras de ácido de decapado de alambres.

JARRA	Cal (ppm)	pH	Floculante (Fongrafloc WW 9505) ppm
1	40.000	pH = 5.26	165
2	60.000	pH = 7.5	250
3	72.000	pH = 7.9	308
4	84.000	pH = 8.5	316
5	127.266	pH = 10.3*	340

*El pH optimo para una precipitación del Hierro y una buena calificación.

Tabla No.15. Resultados de las Pruebas de jarras ácido de decapado de alambres.

CARACTERISTICAS	VALOR
Cantidad de cal	240 ml (96.000 ppm)
Cantidad de Polimero	60 ml (340 ppm)
Volumen de lodo	180 ml
Velocidad de sedimentacion	10 seg.
Peso papel filtro	3 gr.
Peso lodo generado	45 gr.

Consumo de Coagulante y/o neutralizante y Floculante:

Una vez determinada la cal (127.266 ppm) y polímero que se utilizó para la floculación y clarificación de la solución de ácido usado, se identifico cual seria la cantidad de cal que se requiere para la neutralización y el tratamiento del ácido que se genera mensualmente y que podría dársele el aprovechamiento, del cual forma parte el presente estudio, donde mediante los siguientes cálculos se obtuvo:

Base de Calculo:

Caudal: 5,5 m³/h = 30 m³/mes

Tabla No.16. Dosis de productos para el tratamiento de ácido de decapado de alambres.

PRODUCTO	FUNCION	DOSIS	CONSUMO Kg/mes
CAL	Coagulante	127.266 ppm	pH= 10.3 3818 Kg/mes 3,8 toneladas/mes
FONGRAFLOC WW9505	Floculante	340 ppm	10,2 Kg/mes

COMENTARIOS

✓ La cantidad de solución de cal usada en la neutralización y clarificación de la solución de ácido usado fue de 127.266 ppm de cal en una preparación del 12%. La cantidad de cal que se requiere para el tratamiento mensual del ácido usado es de 3818 kilos.

✓ La cantidad de solución de floculante usado para la clarificación de la solución de ácido usado fue de 340 ppm preparado al 0,17%. La cantidad de polímero que se requiere para el tratamiento mensual del ácido usado son 10.2 kilos.

Generación de lodos:

La cantidad de lodo generado de los 30ml de solución de ácido usado, fue de 45gr, con un % de humedad del 70%.

0.3litrosdeac ido → 0.045 kgdelodo

30000 litrosdeac ido → X ?

$$X = \frac{30000 \text{ litrosdeac ido} * 0.045 \text{ kgdelodo}}{0.3 \text{ litrosdeac ido}} = 4500 \text{ kilosdelod os}$$

El volumen estimado de lodos que se generaría del tratamiento mensual del ácido es de 4500 kilos.

Con base en los consumos mensuales, se establecen el costo de los insumos y el costo de disposición del residuo que se genera de este tratamiento, donde tenemos:

Tabla No. 17. Costos del tratamiento mensual del ácido de decapado de alambres.

TRATAMIENTO	CONSUMO (kg/Mes)	PRECIO (\$/Kg)	PRECIO TOTAL (\$/mes)
CAL	3.818	500	1.909.000
FONGRAFLOC WW 9505	10.2	17.000	173.400
Generacion de lodos	4.500	170	765.000
Costo del tratamiento de ácido usado			\$2.847.400/mes

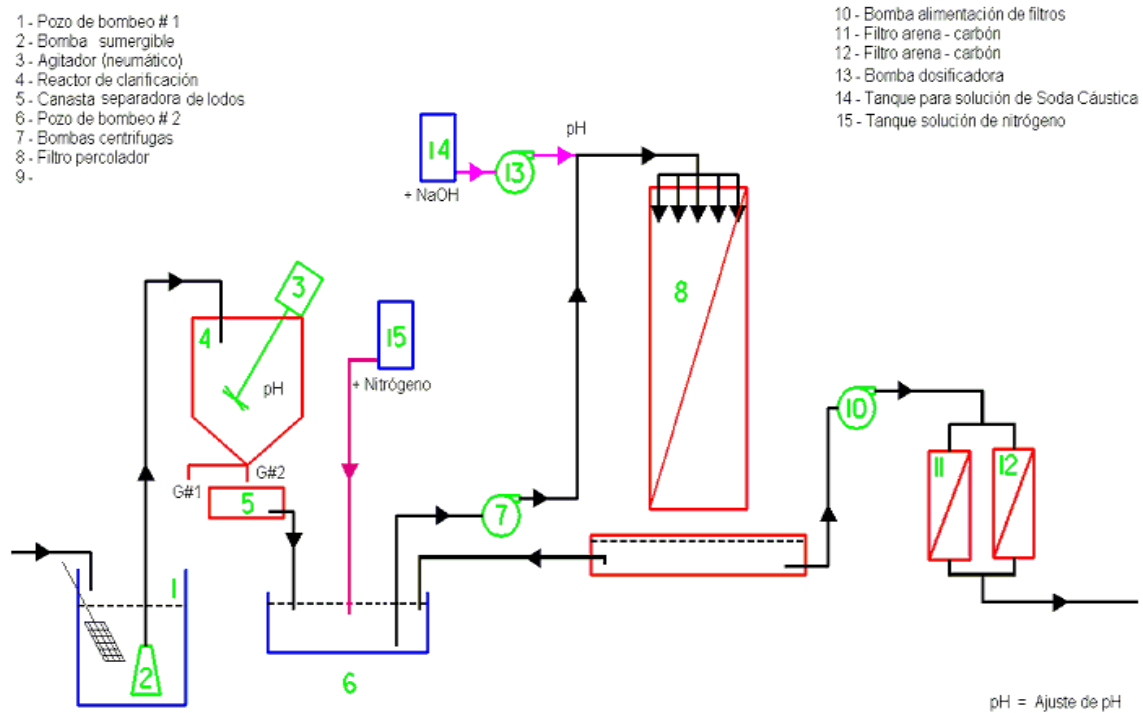
De acuerdo a los cálculos realizados y la tabla No. se concluye que el costo que se tiene por el tratamiento interno de 30000 litros/mes de ácido usado es de \$ 2.847.000

7.2. Tratamiento químico agua residual industrial del sector lacteo Danone (Alqueria)

El agua que llega a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de una empresa de Lácteos corresponde en su mayoría al lavado de equipos en proceso y lavado de canastas. El agua llega a la PTAR a una estación de bombeo, pasa por un tratamiento primario en el cual se retiran gruesos, trampa de grasas, tamiz

para remoción de finos, tanque de acidificación, tanque de coagulación, DAF y posteriormente a un reactor anaeróbico antes de ser vertida al exterior.

Figura No. 5. Diagrama de Tratamiento de agua residual Danone (Alqueria)



El objeto de la coagulación y de la floculación es transformar las impurezas que se encuentran en suspensión fina, en estado coloidal o en solución, en partículas de mayor tamaño llamados flocúlos, que posteriormente son removidos por sedimentación, filtración.

Es importante determinar adecuadamente el coagulante y floculante que se utilizara en el tratamiento de agua del agua residual a estudiar.; esto se hace por medio de una simulación (Pruebas de Jarras), se encontraron los diferentes parámetros que se utilizan para controlar el proceso de coagulación y Floculación.

Los Coagulantes y Floculantes se acondicionaron para que trabajen con los gradientes de velocidad y los tiempos de retención óptimos que se encontraron en la planta. Con la utilización del equipo de jarras, se evaluaron los siguientes aspectos en las operaciones de Coagulación y Floculación.

*Formación de Floc	*Tiempo de formación del floc
*Color	*Tamaño del floc producido
*Transparencia,	*Volumen del lodo.
*Brillantez del agua clarificada	*Velocidad de sedimentación
*Determinación de la eficiencia de la mezcla	

El método empleado para llevar a cabo las pruebas fue el siguiente:

Velocidad de mezcla rápida:	170 rpm – Tiempo 1´
Velocidad de mezcla lenta	60 rpm – Tiempo 1´ ½

Efectos del pH sobre la coagulación

La cantidad o dosis de coagulante requerida para efectuar una buena coagulación varía con el pH, la naturaleza y la cantidad de sólidos suspendidos y en soluciones contenidas en el agua.

Al realizar las jarras se desarrolló una curva de acidificación para establecer el punto isoelectrico (punto de equivalencia eléctrica de iones positivos y negativos cargados), e identificar a que pH existe una precipitación y formación de Floc con la adición del Coagulante.

Se encontraron que las condiciones óptimas para la formación de floc existe entre un rango de pH 6.0 a 6.5, donde la concentraciones de iones de hidrógeno (pH) de

la mezcla final de agua y el coagulante es de importancia para la formación de Floc. La acidificación contribuye en la oxidación reducción de material orgánico o agua industrial proveniente de limpieza de equipos y pisos.

Dentro de la prueba de Jarras se realizaron ensayos con diferentes Coagulantes y floculantes, para evaluar el comportamiento de Jarra con respecto a las condiciones de operación actuales de planta, tomando en cuenta la formación de floc según la dosis del coagulante y floculante, pH de entrada del agua cruda y las características del agua y del lodo.

El Coagulante que mejor comportamiento presento FLOWTREAT WW9513 a una dosis de 800 ppm presentando una optima precipitación de sólidos y el Floculante FLOWTREAT WW9505 a una dosis de 4 ppm tomando en cuenta formación floc deshidratado y compacto, velocidad de sedimentación adecuada de acuerdo al sistema de clarificación de la planta, volumen del lodo mínimo con respecto al tratamiento actual, remoción de turbiedad.

Los ensayos realizados para obtener una clarificación adecuada y un proceso de precipitación de acuerdo al agua tratada (Industrial) nos demostraron que al bajar el pH 6,5 se genera una leve precipitación y ayuda a la formación de floc.

Base de Calculo:

Caudal 10 m³/h = 7200 m³/mes

Tiempo de Operación= 24 h/día = 30 dias/mes

Tabla No.18. Dosis y precio del tratamiento químico con Acido de Proalco S.A.

PRODUCTO	FUNCION	DOSIS	CONSUMO Kg/mes	PRECIO \$/MES	PRECIO TOTAL \$/MES
ACIDO PROALCO	Neutralizante	8000	57.600	150	8'640.000
FRONGRAFLOC WW 9513	Coagulante	150	1.080	1.300	1'404.000
FONGRAFLOC WW9505	Floculante	4	28,8	18.000	518.400
TOTAL					10'562.400

Tabla No.19. Dosis y precio del tratamiento químico con Acido Nitrico.

PRODUCTO	FUNCION	DOSIS	CONSUMO Kg/mes	PRECIO \$/MES	PRECIO TOTAL \$/MES
ACIDO NITRICO	Neutralizante	280	2.016	8.000	16'128.000
FRONGRAFLOC WW 9513	Coagulante	150	1.080	1300	1'404.000
FONGRAFLOC WW9505	Floculante	4	28,8	18.000	518.400
TOTAL					18'050.400

CONCLUSIONES

- ✓ Mediante la caracterización del ácido usado en el decapado de alambres se evidenció que no está contaminado con metales pesados en altas concentraciones que impidan el uso de este residuo como coadyudante en el tratamiento químico de las aguas residuales industriales del sector lácteo.
- ✓ El ácido usado en el decapado de alambre presenta un comportamiento favorable como coadyudante en el tratamiento de agua residual industrial en el sector lácteo generando una precipitación y neutralización a un pH de 6,5.
- ✓ Al mantener el pH en 6,5 con la adición del ácido de uso de decapado de alambres de Proalco se obtuvo una coagulación con dosis mínima de 150 ppm de Flografloc 9513W y Frografloc ww 9505 de 4 ppm; indicando que este ácido ayuda a la coagulación y a la disminución de dosis de coagulante como se utiliza actualmente con el Sulfato de aluminio que está alrededor de 200 a 300 ppm.
- ✓ Con la utilización de este ácido y del coagulante y floculante se obtuvo una remoción de turbiedad del 96%, Color 61%, DQO 76%, Aceites y grasas 83% y Sólidos suspendidos Totales 99%; indicando que solo con el tratamiento primario se obtienen una remoción promedio del 85% en contaminantes por lo tanto genera mejor eficiencia en el tratamiento secundario (Biológico) y terciario (Filtración).
- ✓ El precio del tratamiento químico con el uso del ácido de Proalco se reduce en un 41% con respecto al uso de ácido Nítrico.

- ✓ La disposición y tratamiento de este ácido del decapado de alambres se anularía en costos de tratamiento y disposición generando una ganancia ocasional del 13% (\$1'123.000/mes) de la venta de ácido en el tratamiento químico en la planta de tratamiento de aguas residuales de Danone (Alquería) (\$8'640.000/mes)

BIBLIOGRAFIA


- ✓ Manual de disposición de aguas residuales. Centro panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) Lima, Peru
- ✓ Procesos fisicoquímicos que se usan para el tratamiento de residuos peligrosos, Capítulo II.
- ✓ www.alfa-editores.com. Tratamiento de residuos Lácteos. Ing. Sygfrido Ayimerich Matute.
- ✓ Estudio de remoción de grasas de aguas residuales de una industria quesera. Juan Manuel Viguera-Cortés¹; Ignacio Villanueva-Fierro¹; Adriana Martínez-Prado² y Juan Pablo Flores-Hernández³ Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo Integral regional, CIIDIR IPN Unidad Durango, ²Posgrado de Química del ITD y ³alumno tesista del ITD
- ✓ HUERGA PEREZ, Efraim, Tesis Doctoral: Desarrollo de alternativas de tratamiento de aguas residuales industriales mediante el uso de tecnologías limpias dirigidas al reciclaje y/o valoración del contaminante. Junio 2005. Universidad de Valencia. Facultad de ciencias biológicas. España. 38 Páginas.

ANEXOS

**ANEXO No.1. CARACTERIZACION FISICOQUIMICA ACIDO DECAPADO
ALAMBRES DE PROALCO S.A**

ResultsPrint

Página 1 de 1



**IVONNE BERNIER
LABORATORIO LTDA.**

calles 49 No. 70C-31 PBX: (57 1) 416 63 01 TEL: (57 1) 2 63 12 90 - 4 16 77 04 E-mail: bernier@cablenet.co - www.lalaboratorio.com - saig.lalaboratorio.com - Bogotá - COL.

Informe de Laboratorio - Análisis Fisicoquímico de Varios No. V 687

Fecha de Muestra: No Reportada Fecha de Reporte: 8/12/06 Fecha de Análisis: 8/12/06
Fecha de Impresión: 8/12/06 El Informe ha sido Modificado por IBL-AB: No Modificado Fecha de Informe: 8/12/06

Control de Calidad
Aguas - Ambiental
Análisis Microbiológicos y
Fisicoquímicos
Asesoría e Investigación

Información del Cliente

Cód	Cliente	Atención	Dirección	Teléfono	Fax	ID	#ID	Ciudad
523	Problemas Producción de Alambres Cablemex S.A.	Ing. Edgar Arango	Aeropuerto Sur Km 24 Vía Sibaté	7198899	7198917	NIT		Sibaté

Datos de la Muestra

Ref	Identificación de la Muestra	Lote (Muestra)	Peso	Unid	Cantidad	Presentación	Preparador	Observaciones
15038	Solución Física	Paralelo	0	Sin Unidad	1	Frascos/50ml	Problema	Completarse de muestra No. 7700. La muestra se recibe seca, enviada por Alexander Lema dentro de muestra de muestra de IBL-AB según MEC 001. En recipientes esterilizados por IBL-AB preservados de acuerdo al SIV 1090.L.


Tabla de Resultados

Parámetro	Unidades	Método	Técnica	Resultados	Norma	Rango	Categoría	Instrucciones	Preferencia
Asmenio	mg ALI	SM 3111B	Asociación Asmenio	7.26	No hay norma de comparación	-	--		
Calcio	mg CdL	SM 3111B	Asociación Asmenio	0.22	No hay norma de comparación	-	--		
Cromo Total	mg CrC	SM 3111B	Asociación Asmenio	3.25	No hay norma de comparación	-	--		
Hierro Total	mg FeCL	SM 3111B	Asociación Asmenio	39.688	No hay norma de comparación	-	--		
Mangano	mg MgCL	SM 3114G	Generador de Hidruros	28.33	No hay norma de comparación	-	--		
Niquel	mg NiCL	SM 3111B	Asociación Asmenio	15.00	No hay norma de comparación	-	--		
Plomo	mg PbCL	SM 3111B	Asociación Asmenio	1.38	No hay norma de comparación	-	--		

No hay norma de comparación
Métodos Standard adoptados para la matriz analizada

PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

RESULTADOS VALIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA



**IVONNE BERNIER
LABORATORIO LTDA.**

Chief Operation Officer - COO

María Consuelo Duarte

Quality to Customer - Q2C

Isaac Acosta de Oca

Isaac Acosta de Oca

Chemical Unit Director (E) - CUD

Edes Bibiana Rodríguez

Calle 49 No. 70C-31 PBX: (57 1) 416 63 01 Telefax: (57 1) 2 63 12 90 - 4 16 77 04 E-mail: bernier@cablenet.co - www.lalaboratorio.com - saig.lalaboratorio.com - Bogotá - COL.

<http://aio-server/SAGCWebIn/ResultsPrint.aspx?SAM=Q15038>

11/08/2006