

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA “INDOAMÉRICA”

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS
RESIDUALES EN LA EMPRESA VIDRIO DE SEGURIDAD SECURIT S.A.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniero Industrial

AUTOR: Reyes Valladares Fernando Marcelo

TUTOR: Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

QUITO - ECUADOR

2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA VIDRIO DE SEGURIDAD SECURIT S.A.” presentado por Fernando Marcelo Reyes Valladares, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 07 de noviembre del 2019

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Fernando Marcelo Reyes Valladares, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA VIDRIO DE SEGURIDAD SECURIT S.A.”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios de RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 07 días del mes de noviembre de 2019, firmo conforme:

Autor: Fernando Marcelo Reyes Valladares

Firma:

Número de Cédula: CI:

1712388758

Dirección: Pichincha, Quito, Guamani Av. Pedro Vicente
Maldonado S 57 - 43

CorreoElectrónico:reyesyasociados_vs@outlook.com Teléfono: 023070531

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 07 de noviembre del 2019

Fernando Marcelo Reyes Valladares

CI: 1712388758

APROBACIÓN PAR EVALUADOR

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA VIDRIO DE SEGURIDAD SECURIT S.A., previo a del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito.....

.....

EXAMINADOR

.....

EXAMINADOR

DEDICATORIA

Este trabajo lo quiero dedicar a mi esposa, mi madre y mis hijos quienes siempre fueron un apoyo en esta etapa de mi vida y que aportaron mucho a la consecución de este logro, de manera especial a los maestros que han compartido sus conocimientos, siendo una guía y marcando nuestras vidas de una manera positiva.

Fernando Marcelo Reyes Valladares

AGRADECIMIENTO

A Dios sobre todo por las bendiciones que me ha dado en la vida.

A mi familia por el apoyo incondicional, a mi madre por la compañía y la confianza brindada, por ser parte de mí vivir diario, por su esfuerzo y dedicación para hacerme una persona con formación moral y profesional.

A la Universidad Tecnológica Indoamérica, Facultad de Ingeniería Industrial por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional dentro de sus aulas.

Fernando Marcelo Reyes Valladares

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN PAR EVALUADOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
Introducción	1
Diagnóstico del caso de estudio.....	2
Descripción y formulación del problema del caso de estudio seleccionado.	3
Justificación.....	3
Objetivos:	4
Marco teórico.....	5
Proceso de Manufactura de Vidrio de seguridad en Securit S.A.	6
Tipos de procesos.....	8
Descargas Líquidas Residuales en la empresa SECURIT:.....	20
Metodología	20
Conclusiones:	21
Recomendaciones:	22
Propuesta de solución.....	22
Proceso del sistema de tratamiento del agua contaminada por floculación	23
Tratamiento del agua residual a través del método tamizado.....	28
Diseño de planta para tratamiento de aguas residuales.	31
Ensayos de coagulación y floculación.	31

Ensayos preliminares.	32
Ensayo con coagulantes.	33
Ensayo con floculantes.....	34
Ensayo con dosis fija de floculante y dosis variables de coagulante	35
Resumen de resultados.....	35
Diseño de Tanques	36
Diseño del tanque de coagulación	37
Diseño del tanque de floculación.....	38
Diseño del tanque de sedimentación.	39
Contenedor de residuos sólidos.....	39
Conclusiones:	40
Recomendaciones:	40
Bibliografía	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 abastecimiento y consumo de agua en Securit S.A.	2
Tabla N° 2 Características físicas del agua residual: Valores de solidos contenidos en el agua residual producidos en los procesos de manufactura de vidrio flotado.	2
Tabla N° 3 Descripción de los Procesos que se llevan a cabo por Área en la Empresa Securit S.A.:	9
Tabla N°4 Valores normales en diferentes tipos de agua.	17
Tabla N° 5 cuadro comparativo ventajas y desventajas del proceso de floculación	27
Tabla N°6 Tipos de partículas retenidas por el tamiz	29
Tabla N°7 cuadro comparativo ventajas y desventajas del proceso de tamizado	30
Tabla N°8 comparación entre floculación y tamización.	30
Tabla N°9 procesos y cantidades de agua residual que producen.	31
Tabla N°10 calidad de agua a ser tratada	31
Tabla N° 11. Resultados de laboratorio con agua residual empleando sólo coagulante.	34
Tabla N° 12. Resultados de laboratorio con agua residual empleando sólo floculante.	34
Tabla N° 13. Resumen de resultados de los ensayos preliminares con partículas de arenisca.	35
TablaN°14. Velocidad de vaciado por bombas que se encuentran como equipo original en las maquinas intervenidas, en el siguiente cuadro podemos apreciar la capacidad de bombeo.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Flujo grama de proceso. SECURIT S.A.....	6
Fig. 2. Mapa de procesos por su alcance (adaptado de Agudelo L, 2011).....	8
Fig. 3. Procesos realizados en Securit S.A.....	19
Fig. 4. Proceso de tratamiento de agua por floculación.	23
Fig. 5. http://www.idm-pirineo.es/IDM/Esp/MA/tamiz-estatico.php	28
Fig. 6. http://www.quilton.com/equipos-quilton/tamices-y-filtros/tamiz-rotativo/	29
Fig. 7. Suspensión inicial de partículas de arenisca en vasos de precipitados.	33
Fig. 8. Gráfico el diámetro del tanque con la potencia requerida por unidad de volumen del mismo.....	38
Figura 9 flujo grama de la planta para tratamiento de agua	40

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS
RESIDUALES EN LA EMPRESA VIDRIO DE SEGURIDAD SECURIT S.A.”**

Autor: Fernando Marcelo Reyes Valladares

Tutor: Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo hace un análisis del impacto que tendría la implementación de una planta de tratamiento de agua residuales en la empresa, Vidrio de Seguridad SECURIT S.A. ya que por el giro de negocio esta usa ingentes cantidades de agua las mismas que son desechadas sin ningún tipo de tratamiento previo, una vez hecho el análisis de las áreas a ser intervenidas, se plantea una solución a través del método Coagulación Floculación el mismo que es el que mejor se ajusta a las necesidades de la empresa Vidrio de Seguridad SECURIT S.A. ya que se lograría separar los sólidos del agua residual y esta puede ser reutilizada para las máquinas intervenidas o destinada a otros servicios. De la misma manera los desechos sólidos resultantes de la separación podrán ser reciclados, eliminando así la contaminación por el vertido de aguas residuales a la red pública.

Palabras calves: Tratamiento, Floculación, Coagulación, Procesos, Optimizar, Reciclar, Residuos.

TECHNOLOGICAL UNIVERSITY INDOAMÉRICA

**FACULTY OF ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGIES
AND COMMUNICATION**

INDUSTRIAL ENGINEERING RACE

**SUBJECT: "DESIGN OF A TREATMENT PLANT FOR WASTEWATER IN
THE COMPANY GLASS OF SECURITY SECURIT S.A."**

Author: Fernando Marcelo Reyes Valladares

Tutor: Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

ABSTRACT

The present work makes an analysis of the impact that the implementation of a wastewater treatment plant would have on the company, glass of security SECURIT S.A. Since the business is using huge amounts of water that are discarded without any prior treatment, once the analysis of the areas to be intervened is done, a solution is proposed through the Flocculation Coagulation method the same as is the one that best suits the needs of the company glass of security SECURIT SA since it would be possible to separate the solids from the wastewater and this can be reused for the machines operated or for other services. In the same way the solid waste resulting from the separation can be recycled, thus eliminating contamination by the discharge of wastewater to the public network.

Keywords: Treatmen Flocculation Coagulation, Processes, Optimize, Recycle, Waste.

Introducción

El agua es esencial para la mayoría de las formas de vida conocidas por el hombre, incluida la humana. Este recurso fundamental para nuestra subsistencia se encuentra constantemente contaminado debido a su uso en el área industrial, razón por la cual la presente investigación tiene como fin generar una alternativa, al tratar el agua producto de un proceso residual.

Se conoce al tratamiento de aguas como el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico, físico-químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación ya sean productos de procesos residuales como es el caso de las operaciones industriales realizadas en Securit. S. A. empresa que fue creado hace 40 años, su actividad laboral se centra en la fabricación de vidrios de seguridad para la industria: automotriz, línea blanca, línea estructural, decorativa.

Su visión es ser una empresa que cubrirá todo el mercado de procesamiento de vidrio, cumpliendo las expectativas del cliente, con los más altos estándares de calidad. Está ubicada vía Sangolquí – Tambillo Km dos y medio junto a DANEC. La Empresa realiza varios procesos los cuales producen aguas residuales con componente sólidos, el vidrio pulverizado se constituye su principal contaminante.

Aproximadamente Securit, anualmente utiliza de la fuente de red municipal 5480.28 m³/año su uso luego del proceso los productos sólidos como vidrio pulverizado (sílice principal componente), razón por la cual la presente investigación tiene como objetivo presentar a la fábrica una alternativa, al establecer y crear una planta de tratamiento con la finalidad de reducir su consumo y disminuir el impacto ambiental en esta industria.

El análisis establecido en la presente investigación me permitirá cumplir con los requerimientos legales tipificados dentro del sistema nacional de educación superior, de la cual es parte la universidad Indoamericana como un requisito previo a la obtención del título de tercer nivel de Ingeniería Industrial.

Diagnóstico del caso de estudio.

¿Cómo disminuir la contaminación y reutilizar el agua residual producida en los procesos de la empresa Vidrio de seguridad Securit S.A.?

Tabla N° 1 Abastecimiento y consumo de agua en Securit S.A.

PROCESO	CONSUMO ANUAL EN m ³
Pulidoras y lavadora línea no estándar	1322,94
Perforado	97,53
Pulido bilateral y lavadora línea estándar	1068,6
Intermac (Proceso CNC)	1180,9
Acanalado	135,73
Adicionalmente la empresa utiliza en uso doméstico (inodoros, duchas, cocina, etc.)	1014,33
Lavado de pisos y paredes	660,18
Total anual consumido de la red municipal	5480,21

Fuente: Securit.

Elaborado por: El investigador.

Luego del análisis del consumo del agua se concluye que se utiliza 5480,21 anualmente.

Tabla N° 2 Características físicas del agua residual:

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR INICIAL
SOLIDOS TOTALES	mg/l	635
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	175,9
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	459,1

Fuente: Securit.

Elaborado por: El investigador.

Los Valores de solidos contenidos en el agua residual producidos en los procesos de manufactura de vidrio flotado se establecen en la tabla anterior.

Descripción y formulación del problema del caso de estudio seleccionado.

La presente investigación se desarrollará en una empresa industrial, ubicada en el Km 13 y medio, vía Tambillo, la cual tiene varias líneas de producción como: vidrio estructural, automotriz, vidrio termo formado y vidrio para línea blanca.

Se pretende buscar una alternativa de solución al mayor problema que se evidencia en el control de la contaminación del agua en la producción industrial, que equivale a 5480.21 como consumo anual en m³ en procesos explicados en la tabla de abastecimiento de agua utilizados en la manufactura produce contaminación ambiental de vidrio pulverizado, La misma que luego se descarga en la red de alcantarillado, produciendo un desperdicio de agua y contaminando la misma.

Justificación.

La tratadista María Isabel Hofer en su libro la contaminación del agua desde la óptica del derecho menciona que "Con la revolución industrial se dio un incremento incontrolable en la contaminación del ambiente por su poder económico y la falta de conciencia" En la actualidad las prácticas de las empresas industriales generan contaminación ambiental cuyo impacto afecta en el estilo de vida.

La industrialización del vidrio produce grandes cantidades residuales que resultan nocivos para los vertidos en el agua sin mantener la precaución de depurarlas, es por ello muy **importante** presentar una propuesta que permita disminuir el consumo del agua y su contaminación a través floculación cuyo, tratamiento de aguas residuales de los procesos de: Pulidoras y lavadora línea no estándar, Perforado, Pulido bilateral lavadora línea estándar, Internar fresado CNC (control numérico computarizado) y Acanalado, permitirá disminuir el **impacto ambiental** y mejorar las condiciones económicas al reducir el costo de la planilla.

Se debe tomar en consideración lo que manifiesta el tratadista Genny Abad en su libro de Lineamientos de políticas y propuestas para lograr enfrentar la contaminación hídrica en Ecuador, en el cual menciona que: "El Ecuador de manera paulatina viene modificando su modelo de desarrollo desde el esquema de sustitución de importaciones como protección de mediada para reducir el impacto generado en el ambiente y sus recursos". (Abad)

Este proyecto es **factible** ya que toma para la elaboración aspectos teóricos de la administración de Proyectos, documentos técnicos de los sistemas de tratamiento

de aguas residuales; así como el juicio de expertos que laboran dentro de la empresa, políticas industriales y la realización de una investigación que permita la reutilización de agua residuales en la industria, favorecerá al medio **ambiente** al implementar este Sistema de tratamiento de aguas residuales. Los **beneficios** que va a generar el implementar este proceso en la empresa se detallan a continuación:

- Impacto ambiental al conservar el medio ambiente
- Impacto económico la empresa, disminuirá el pago de la planilla del agua luz.
- Impacto social al dar a conocer a su comunidad sobre las buenas prácticas ambientales.

Objetivos:

General.

Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales, que a través de un proceso al agua residual permita el aprovechamiento eficiente de los recursos económicos y un impacto favorable al ambiente.

Específicos.

- Definir tratamiento para aguas residuales a través de un proceso planteado que se ajuste a las necesidades de Securit S.A.
- Delimitar las áreas a ser intervenidas en los procesos de manufactura de vidrio para disminuir la contaminación y reutilizar el agua residual.
- Reducir la contaminación del agua con la adaptación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Marco teórico

La empresa Securit S.A. fabrica vidrio de seguridad de distintas características que se detallan a continuación:

Tabla N° 3 Tipos de Vidrio y Características

TIPO DE VIDRIO	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS
Comerciales	Soda-Cal	Este tipo de vidrio es el más utilizado, pues sus propiedades lo hacen adecuado para su uso con luz visible. Los recipientes hechos de vidrios de soda-cal .pocos resistentes al choque térmico.
	Plomo	Utiliza óxido de plomo en lugar de óxidos de calcio, óxido de potasio en lugar de óxido de sodio, se conoce comúnmente como cristal al plomo. Estos tienen un alto índice de refracción y una superficie relativamente blanda, lo cual permite una fácil decoración de esmerilado, corte o tallado.
	Boro silicato	Está compuesto principalmente sílice (70-80 %) y oxido bórico (7-13 %) con pequeñas cantidades de álcalis (óxido de sodio y potasio) y oxido de aluminio. Su principal característica es buena resistencia a los choques térmicos.
Especiales	Sílice vítreo	Son vidrios hechos casi exclusivamente se sílice. son necesarias temperaturas de fusión sobre 1500 centígrados
	Vidrios de aluminosilicatos	Contiene cerca del 20 % de óxido de aluminio además de óxido de calcio, oxido de magnesio y oxido de boro en cantidades relativamente pequeñas.
	Vidrios de sílice álcali –bario	Contiene una cantidad mínima de óxidos de plomo, bario o estroncio.
	Vidrios de borato	Contiene pequeñas cantidades o nada de sílice. Son usados para soldar vidrios, metales o cerámicas a relativamente bajas temperaturas.
	Vidrios de fosfato	Consisten principalmente en mezclas de pentóxido de vanadio y pentóxido de fósforo

Fuente: Tipos de vidrio y características (Comision Nacional del Medio Ambiente, 2000).

Elaborado por: el investigador.

La empresa de vidrio de seguridad Securit S.A. , realiza procesos de manufactura de vidrio en la fabricación de vidrio plano, templado o laminado, incluido el vidrio armado de alambre, coloreado o teñido cuyos procesos requieren de máquinas industriales como: cortadoras automáticas, mensuales, lijadoras en seco, perforadoras, área de serigrafía, hornos de curvado, y seco, pulidoras Emi 8 y Emi 11, ventiladores de enfriamiento de agua, área de mecánica y carpintería que transforman la materia prima en producto terminado de acuerdo al requerimiento del cliente .Proceso que se detalla a continuación:

Proceso de Manufactura de Vidrio de seguridad en Securit S.A.

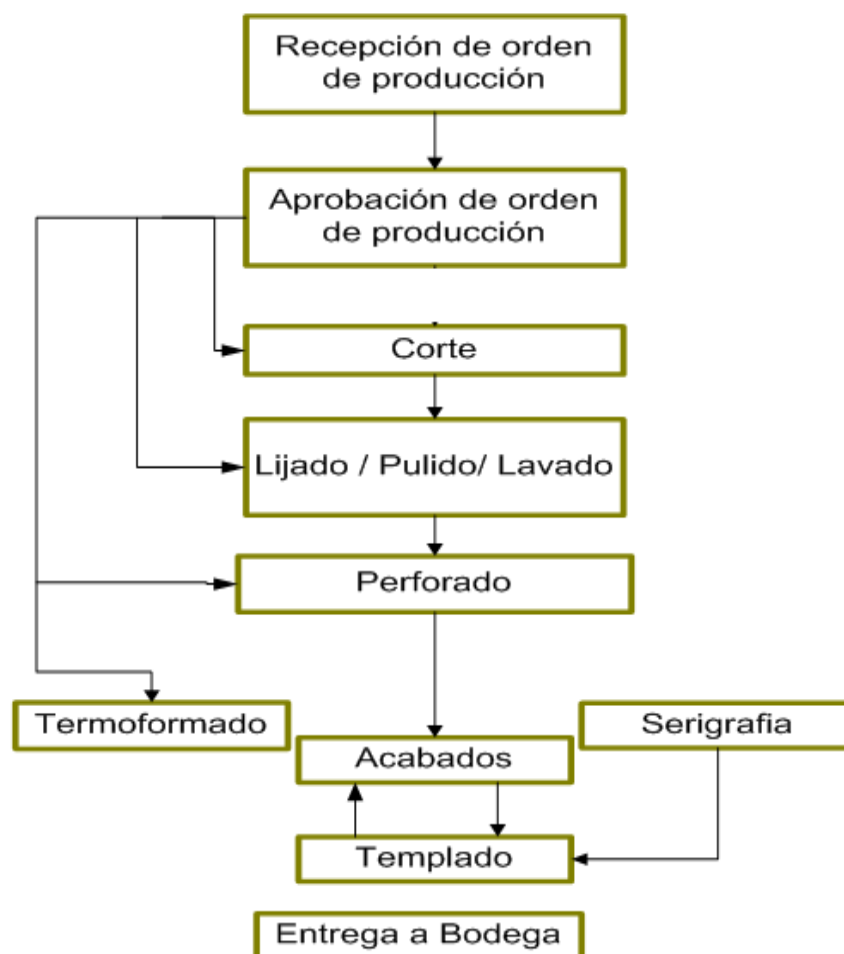


Fig. 1. Flujograma de proceso. SECURIT S.A.

Elaborado por: El investigador.

La empresa una vez receptada la orden de producción y a partir de su respectiva aprobación inicia el proceso definiendo al mismo como el conjunto de actividades mutuamente relacionadas o interactuantes que a través del empleo de recursos, transforman los insumos es decir la materia prima en productos que satisfacen al cliente.

Las industrias están atravesando por uno de los más importantes desafíos que deben enfrentar, en el siglo XXI, deben mostrar: ser competitivas y crecer.

La competitividad es necesariamente el principal requisito para crecer, pero para alcanzar competitividad es indispensable producir, de ahí que la gestión de los procesos encaminada como todas las herramientas debe sujetarse e implementar todas las estrategias de calidad con la finalidad de conseguir estos propósitos.

“En gestión de procesos la producción y las ventas están establecidas por el nivel de excelencia, la demanda de satisfacción y exceder las exigencias drásticas del mercado, y para lograr esto, los productos –bienes y servicios– deben cumplir especificaciones de clientes cada vez más rigurosas, y estándares organizacionales progresivamente estrictos.” (Vera, 2018)

La aplicación de estrategias debe estar establecidos por el esquema estructurado y funcional de la administración que realizamos, el uso de las herramientas apropiadas que gestionan un proceso y como este demanda el mercado.

La Implementación de estrategias que muestren liderazgo y trabajo en equipo, permiten mejorar la viabilidad, es decir aplicación de gestión en procesos.

Antecedentes de la gestión en procesos

En lo que ha transcurrido en el presente siglo, se ha identificado los siguientes factores principales que ejercen influencia determinante en la vida de las organizaciones:

Nuevos conceptos: la innovación, la economía abierta, los ciclos de vida cortos, la sensación de exclusividad y la educación generalizada,

Nuevos mercados: caracterizados por una mayor oferta, mayores exigencias, el poder de los clientes y la globalización,

Fuentes de ventajas competitivas: el aprendizaje organizacional, la innovación y la capacidad de acción,

Nuevo paradigma fundamental: ofrecer productos de la más alta calidad, con las mejores prestaciones y precios competitivos,

Objetivo estratégico supremo: exceder las expectativas del cliente con el máximo valor agregado posible, y,

Gestión por Procesos: soporte de las ventajas competitivas y origen de la satisfacción y lealtad de los clientes. (Vera, 2018)

Al realizar este análisis es importante destacar que la competitividad en la producción de la empresa desde un eje que determinara su superación, esta es posible cuando se logra implementar las estrategias apropiadas, es decir es mejorar estrategias, es conseguir los mejores resultados, implementar esquemas estructurados y operativos que le permitan a la empresa entregar un producto de calidad, compitiendo con el mercado, manteniendo un grupo de clientes que cumplan con sus demandas, y siempre innovar, es llegar hacer ser competitivos, ampliando el mercado de clientes, sin descuidar a los mismos, entendiendo que el eje central siempre se encuentra en la satisfacción y lealtad del mismo.

La efectividad en los procesos determinara el camino de la gestión que se esté realizando a través del mercado que tenga, la implementación de un sistema basado en la calidad, se muestra a través de las estrategias

La gestión de procesos permite que todos los procesos alcancen sus metas establecidas, mejoran la calidad y productividad de ahí la importancia de su aplicabilidad en toda industria de producción.

Tipos de procesos

De acuerdo a su alcance el conjunto de procesos organizacionales y sus relaciones se clasifican en:

- Macro proceso : corresponde al sistema productivo en su conjunto,
- Proceso
- Subprocesos, que son subdivisiones operativas del proceso.

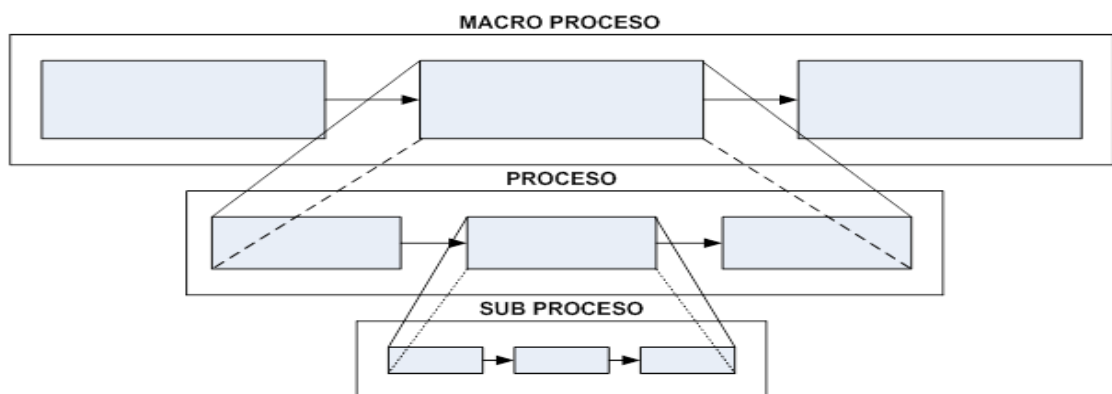


Fig. 2. Mapa de procesos por su alcance (adaptado de Agudelo L., 2011)

En la práctica, cada nivel se comporta como un proceso típico y generalmente tiene un solo dueño.

Securit una empresa con más de cuarenta años en el mercado Ecuatoriano, basa su producción en gestión de procesos, cuenta con espacios específicos denominados áreas de trabajo en donde se realizan procesos según las especificaciones de la orden de la producción, la manipulación del equipo y maquinaria lo realiza personal capacitado tal como se explica a continuación:

Tabla N° 4 Descripción de los Procesos que se llevan a cabo por Área en la Empresa Securit S.A.:

Área	Proceso	Equipos / Facilidades
CORTE	Consistente en marcar la superficie del vidrio con una rulina para después abrir un corte y separar los dos fragmentos.	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u> Cortadora Manual y automática</p> <p><u>Protección Personal:</u> Guantes y mangas de protección, protección auditiva, cinturón antilumgago, mascarillas y gafas de seguridad.</p>

Área	Proceso	Equipos / Facilidades
LIJADO	Consiste en quitarle filos corto punzante mediante una acción abrasiva.	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u> Lijadoras</p> <p><u>Protección Personal:</u> Guantes de protección, mascarillas y gafas de seguridad.</p>

Área	Proceso	Equipos / Facilidades
PULIDO	<p>Se realiza el pulido denominado “cabeza de lápiz” en el vidrio.</p> <p>Luego se realiza un lavado manual de los vidrios.</p> <p>Finalmente, se le da un pulido adicional al vidrio, a fin de darle forma a los filos (únicamente vidrios que se utilizarán para línea blanca).</p> <p>El pulido se realiza únicamente del filo del vidrio que va a estar en contacto con las personas, de los demás lados no se requiere hacer el pulido.</p> <p>La pulidora “brillante” sirve para vidrio estructural recto o curvo. Esta pulidora recircula el agua constantemente y la descarga luego de 2 a 3 días.</p> <p>La pulidora “mate” pule al vidrio pero sin dejarlo con brillo.</p>	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u></p> <p>2 Pulidoras</p>
LAVADO	<p>El vidrio pasa a un proceso de lavado automático, a fin de eliminar todos los rastros de polvo que pueda tener luego del proceso de lijado.</p>	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u></p> <p>1 Lavadora bilateral (automática)</p>

Área	Proceso	Equipos / Facilidades
PERFORADO	<p>Existe un área de “marcado”, donde se marca el vidrio para luego perforarlo.</p> <p>Se hacen huecos y corte en el vidrio con una sierra de cinta. El proceso involucra la utilización de agua.</p> <p>Existen tres perforadoras, dos para línea estructural y una para línea blanca.</p> <p>Cada perforadora cuenta con una cubeta para recolectar el agua de proceso (de cada cubeta se toma una muestra para el análisis de aguas).</p> <p>Esta área cuenta con una lavadora para vidrio estructural.</p>	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u></p> <p>Sierra de cinta</p> <p>3 Perforadoras</p> <p>1 Lavadora</p>
TERMO FORMADO	<p>Consiste en darle al vidrio la forma adecuada en base a calor (forma curva o cilíndrica). Este proceso también se conoce como curvado.</p>	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u></p> <p>1 Horno eléctrico</p>

Área	Proceso	Equipos / Facilidades
TEMPLADO	<p>El proceso de templado, es un tratamiento térmico que permite fortalecer la pieza de vidrio; consiste en calentarlo uniformemente hasta alcanzar temperaturas elevadas para luego enfriarlo bruscamente, soplando aire frío sobre sus caras.</p> <p>El templado también sirve para eliminar los residuos de polvo del vidrio en base a radiación de temperatura.</p> <p>El horno de templado plano sirve para vidrio estructural y línea blanca.</p>	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u> 1 Horno de templado</p>

Área	Proceso	Equipos / Facilidades
SERIGRAFÍA	<p>En esta área se realiza la limpieza del vidrio con solventes, alcohol, vinagre o gasolina (cuando el vidrio tiene manchas o no está brillante).</p> <p>Se utiliza pintura en base a solventes para la pintura del vidrio. La recuperación de la pintura se realiza con gasolina.</p> <p>La pintura tiene una consistencia pastosa, su componente es el polvo de vidrio y su solvente es el aceite de pino.</p> <p>Los trabajadores del área utilizan mascarillas para protegerse de los gases tóxicos de los solventes.</p> <p>Luego de aplicar la pintura manual el vidrio pasa al “pre secador”. Para la producción continua se utilizan las máquinas “estampadoras” en vez del proceso manual.</p> <p>Los trabajadores del área utilizan un guante invisible (marca “OMYA”) que sirve para proteger las manos del contacto con los químicos.</p> <p>Posteriormente, las láminas pasan a los secadores formales para el secado de pintura, que funcionan con una temperatura de 80-90 grados centígrados (este horno cuenta con aislamiento, para impedir la radiación de calor).</p>	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u></p> <p>Estampadora</p> <p>Pre secador</p> <p><u>Facilidades Instaladas:</u></p> <p>Extractor de olores</p> <p><u>Insumos:</u></p> <p>Solventes</p> <p>Gasolina</p> <p><u>Protección Personal:</u></p> <p>Mascarilla</p> <p>Guantes</p>

Área	Proceso	Equipos / Facilidades
REVELADO DE PLACAS	<p>Los trabajadores utilizan guantes de nitrilo para manipular el líquido recuperador y el líquido fijador.</p> <p>En las mallas se coloca la emulsión, luego se seca la malla al ambiente y luego se revisa para ver si hay fallas.</p> <p>Una vez que la malla está lista, se utiliza como molde para pintar el vidrio.</p> <p>Cuando no hay diseño en fotopositivo, el diseño se copia directamente en el vidrio.</p> <p>Se utiliza agua para el lavado de mallas, junto con detergente y removedor.</p>	<p><u>Insumos:</u> Productos Químicos Agua, detergente, removedor.</p> <p><u>Protección Personal:</u> Guantes de Nitrilo</p>

Área	Proceso	Equipos / Facilidades
BODEGA	<p>En esta área se almacena todo el producto terminado previo a su despacho</p>	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u> Caballetes Vehículos</p>

Área	Proceso	Equipos / Facilidades
ÁREA DE ESMERILADO Y BISELADO	<p>En esta área se realiza el esmerilado del vidrio, para darle los acabados finales.</p> <p>Este proceso de esmerilado se realiza a presión y con arena, impulsada por el aire comprimido de los compresores.</p> <p>En esta área también se realiza el biselado del vidrio (acanalado automático).</p> <p>En esta área se realizan los diseños de espejos.</p> <p>En esta área también existe una pulidora en forma redonda.</p>	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u></p> <p>Compresor</p> <p>Pulidora</p> <p><u>Insumos:</u></p> <p>Arena</p>
ÁREA DE MAQUINAS	<p>En esta área están ubicados el compresor, el generador eléctrico que se utiliza para situaciones de emergencia y los ventiladores para llevar a cabo el enfriamiento brusco del vidrio (templado)</p>	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u></p> <p>Compresor</p> <p>Generador Eléctrico</p> <p>Ventiladores</p>
MECÁNICA CARPINTERÍA	<p>En la parte posterior del predio de la empresa se cuenta con dos áreas de mecánica y carpintería en donde se realizan trabajos sencillos de reparación de piezas y pallets o cajas de madera.</p> <p>Además, en esta área se almacena aceite, combustible y se realiza la reparación de vehículos</p>	<p><u>Equipos / Maquinaria:</u></p> <p>Herramientas de mecánica y carpintería</p>

Fuente: Securit.

Elaborado por: El investigador.

Entonces por definición se entiende que el agua es incolora, inodora, transparente e insípida. Entre las propiedades intrínsecas del agua se destacan: Punto de fusión: 0°C, punto de ebullición: 100°C, densidad: 1,0 kg/L a 4°C, masa molecular o mol: 18g, calor específico: 1 cal/g °C. Siendo así que los filósofos presocráticos lo consideraron como uno de los cuatro elementos fundamentales generadores de la vida. Charles Darwin "considera que el cuerpo humano necesita por lo menos 2,5 kg de agua para su desarrollo" es vital para el hombre, las plantas, los animales. Esta necesidad de agua está relacionada a la agricultura, ganadería, la industria y la vida misma de las ciudades y asentamientos poblacionales. En la empresa Securit se utiliza 5480.21 m³/año, esta es obtenida de la red empresa metropolitana.

La ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito en el capítulo V en el art. 381 se refiere a que "las disposiciones aplicables a la prevención y control de la contaminación ambiental de los impactos y riesgos ambientales producidos por las actividades existentes... "(Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito, 2007) Como nos menciona este artículo que existen disposiciones establecidas de prevención y medidas para lograr el control en la contaminación siendo los regulados para esta ordenanza son todas las personas naturales o jurídicas. Frente a esta condición es fundamental proponer estrategias que ayuden a conservar el líquido vital, pero también generar estrategias que permitan que la reutilización de este recurso disminuya su costo y al ser tratadas su impacto negativo en el ambiente.

Tabla N°5 Valores normales en diferentes tipos de agua.

Normal de tipos de agua	
Agua	Sólidos disueltos totales (mg/l)
Ultra pura	0,03
Pura	0,30
Des ionizada	3,00
Potable	<1000,00
Salobre	1000,00 – 10000,00
Salina	10000,00 – 30000,00
Marina	30000,00-50000,00

Fuente: Servicio de auditorías Asforum S.A.

Elaborado por: El investigador.

Los Valores de agua potable se establecen <1000,00 (mg/l) estos se utilizan en Securit.

Marco Legal.

La ordenanza para la Prevención y Control de la contaminación por desechos industriales, florícolas y de servicios en el cantón Rumiñahui (R. O. No 233 del 16 de Diciembre del 2003) considera:

Art 3-B.- Sujetos de Control.- Son sujetos de control de esta ordenanza los establecimientos asentados físicamente en el Cantón, se hallen o no domiciliados en el mismo, dedicados a las actividades industrial, pequeña industria, florícola, de servicios, así como en general aquellos que constituyan fuentes fijas de generación de desechos peligrosos no domésticos previstos en los Anexos del “Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación”.

Art 3-C.- Niveles Máximos Permisibles.- “...los desechos líquidos y emisiones a la atmósfera, generados por los sujetos de control, deberán someterse a los niveles máximos permisibles establecidos por esta ordenanza y su instructivo general de aplicación y, supletoriamente, a los previstos por la ley y por reglamentos nacionales sobre la materia...”

Art. 13.- Del Certificado de Registro y Permiso Ambiental.- “Todo sujeto de control deberá obtener el Certificado de Registro Ambiental que otorga la Autoridad Ambiental, como requisitos fundamental para poder funcionar legalmente.... El Permiso Ambiental lo obtienen los sujetos de control una vez demostrado su cumplimiento de los niveles máximos permisibles de contaminación, a través del Informe Técnico Demostrativo. El Permiso Ambiental será actualizado cada dos años”.

Art. 14. Del Informe Técnico Demostrativo (ITD): “Es el instrumento que contiene la más precisa información técnica sobre las condiciones en que un sujeto de control desarrolla su actividad, y permite establecer si éstos cumplen con los niveles máximos permisibles de contaminación y demás normas pertinentes...”

Art. 48-B.- Monitoreo y Verificación.- La autoridad ambiental municipal realizará el monitoreo y la verificación del cumplimiento de los niveles permisibles de contaminación de los desechos generados por los sujetos de control de esta Ordenanza, a fin de determinar si cumplen con los parámetros establecidos por este Cuerpo Normativo y por la Ley Nacional. Para este efecto podrán también concesionar este servicio a una empresa especializada.

Los costos correspondientes a la realización de los distintos análisis necesarios para la verificación del cumplimiento de los niveles permisibles, serán cubiertos por el sujeto de control máximo en dos ocasiones al año, sin perjuicio de que la

autoridad ambiental realice una mayor cantidad de análisis, en cuyo caso los costos serán cubiertos por el municipio.

La normativa legal establecida con anterioridad permite establecer sobre cómo se describe la situación actual del agua en la empresa industrial Securit, la cual no cuenta con una planta de tratamiento para sus aguas residuales. Que como se ha explicado provienen de diferentes procesos así como de varias líneas de producción que en su mayoría es el resultado de material contaminante de residuos del vidrio.

Los diferentes procesos de manufactura al eliminar los residuos estos se descargan en una red de alcantarillado público sin mantener un previo tratamiento lo que produce un gran impacto contaminante en el agua sin ajustarse a la normas de calidad incumpliendo las ordenanzas y normas vigentes del medio ambiente.

Aguas residuales industriales: contienen casi todos los tipos de contaminantes (minerales, orgánicas, térmicos por las aguas de refrigeración). Estas aguas se vierten a ríos o mares tras una depuración parcial.

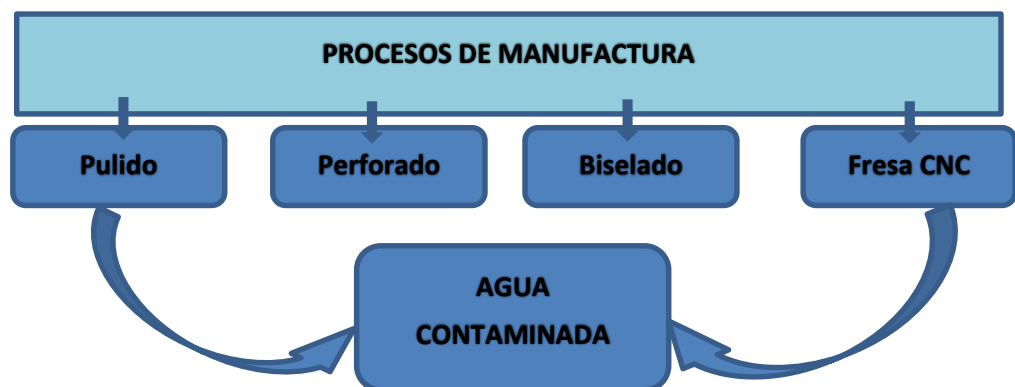


Fig. 3. Procesos realizados en Securit S.A.

Fuente: (VIDRIOS DE SEGURIDAD SECURIT S.A, 2019)

Elaborado por: Investigador

Se debe tener en cuenta que la empresa Securit, cada mes requiere de agua que proviene de la red municipal la cual con lleva a gastos económicos, la empresa aceptaría la posibilidad de reutilizar cantidades significativas de agua que beneficie a la misma. En la actualidad dentro de Securit no se utiliza ningún tipo de tratamiento de aguas residuales, por ello su utilidad da través de la planta de tratamiento de aguas es indispensable.

Descargas Líquidas Residuales en la empresa SECURIT:

- El total de descargas líquidas generadas por el proceso productivo de la empresa asciende a 5480.21m³/año.
- La empresa no depura sus aguas de lavado de vidrio; éstas se descargan directamente al alcantarillado.
- Las demás descargas generadas en el proceso se recirculan permanentemente en el mismo, por un tiempo aproximado de 3 semanas.
- SECURIT S.A. ha realizado monitoreo de sus descargas líquidas residuales en 6 puntos de descarga (uno en cada pulidora, en cada lavadora y en cada perforadora).

Metodología

Esta investigación lo desarrolle utilizando los siguientes métodos:

Método Inductivo-Deductivo.- Se va de la relación de lo particular con lo general, constituye un método teórico muy utilizado en el tránsito del conocimiento empírico al teórico y permite fundamentar los principales resultados del nivel teórico (Mejía, Santillán, pág. 60)

Al hacer uso de este método me permite analizar como los residuos del vidrio producto de los diferentes procesos son peligroso y dañinos y como esta agua contaminada generan polución en la comunidad y en los desagües de ríos o mares.

Además se considera una alternativa necesaria puesto que las partículas contaminantes eliminadas en los procesos son muy pequeñas, estas se mantienen en suspensión en el agua por tiempo prolongado y son capaces de atravesar filtros muy finos, que contaminan el ambiente al ser evacuadas al alcantarillado.

Método de investigación Cualitativa.

Este tipo de diseño permitió llegar a la interpretación de causa y efectos de los diferentes procesos de manufactura del vidrio industrial en la empresa vidrio de seguridad Securit S.A.

La contaminación del agua que se genera, el análisis de los resultados facilitando obtener datos que definen que al agua al ser reutilizada y pasar por el proceso de tratamiento de floculación aprovecha eficientemente los recursos económicos y ambientales, al ser reutilizada el agua y la propuesta genera un criterio de ahorro de agua por medio de equipos de filtrado.

Método de investigación Cuantitativa

Dentro de este punto se utilizará los datos que arrojan la prueba de valores de sólidos contenidos en el agua residual producidos en los procesos de manufactura de vidrio en Securit, además abastecimiento y consumo de agua de la red municipal estos datos nos permitirán identificar las causas, estudios y descripción de los procesos de producción de la empresa y el uso de los recursos, utilizando la valoración e interpretación que indicaran los resultados obtenidos mediante porcentajes y concluir con un análisis de los resultados para poder cumplir con los objetivos planteados así como también nos ayudara a la elaboración de la propuesta que permitirá el tratamiento del agua residual y su reutilización a través del proceso de coagulación disminuyendo el uso del recurso agua y la contaminación de la misma, al ser expulsada al alcantarillado.

Conclusiones:

- Se han realizado monitoreo de las descargas residuales del agua de la lavadora, perforado y del pulido de vidrio para verificar si cumplen con los parámetros establecidos en la legislación ambiental vigente. Este monitoreo se lo realizó en el mes de febrero de 2018.
- En el monitoreo se estableció, que sólidos suspendidos se encontraban fuera de los parámetros establecidos en la Ordenanza Municipal de Rumiñahui.
- La descarga de aguas con vidrio en suspensión causan afectación en la infraestructura hidrosanitarias de la empresa causando taponamiento de las mismas.

Recomendaciones:

- Buscar un método de tratamiento para aguas residuales que permita la reutilización de agua para maquinas o labores de limpieza.
- Separar los sólidos del agua residual es fundamental para darle a este un tratamiento adecuado con un gestor.

Propuesta de solución

Con el propósito de dar solución a la contaminación del agua residual que proviene de las aguas sucias provenientes del proceso industrial del vidrio se plantea el diseño de una planta de tratamiento de aguas contaminadas de la industria y su utilidad en el proceso de manufactura.

Este procedimiento utilizara el método de floculación, con el cual se puede disminuir los sólidos coloidales en el agua hasta en un 90 %, así se mejorara la calidad del agua de descarga en la alcantarilla.

La floculación es un proceso por el cual se incrementa la tendencia de las partículas a cohesionarse unas con otras, lo que permite tener partículas de mayor tamaño facilita su precipitación. (Borja, 2015)

Ya que muchas partículas en la suspensión se demoran en decantar y son muy difíciles de filtrar. (Heredia, 2006)

Para que se dé lugar a la coagulación se debe desestabilizar las partículas suspendidas a través de un coagulante lo que reduce los espacios entre ellas.

La floculación tiene relación al transporte dentro del líquido para que las partículas hagan contacto entre si formado un puente químico entre ellas lo cual forma una malla de coágulos al que se llama floc, el cual decanta por su peso molecular. (National Academy , 2018)

Para el agua residual de Securit. S.A. se escogió como coagulante. Sulfato de aluminio (también conocido como sulfato de alumina) ($Al_2 SO_4$) Rango de pH para la coagulación óptima: 5-7,5.

Dosis: en tratamiento de aguas residuales, de 100 a 300 g/m³, según la calidad del agua. (Juberzay, 2011)

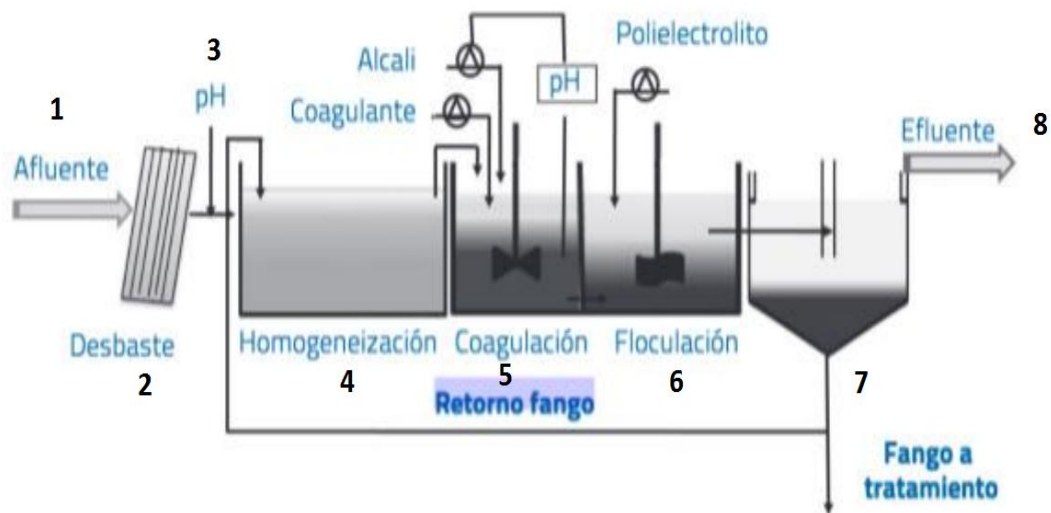


Fig. 4. Proceso de tratamiento de agua por floculación.

Fuente: (López Grimau, Víctor; Crespi Rosell, Martín, 2015)

Elaborado por: Investigador

Proceso del sistema de tratamiento del agua contaminada por floculación

Puesto que uno de los métodos que se propone en el trabajo es el proceso de Coagulación–floculación el cual separa las partículas muy finas de naturaleza coloidal que se encuentran con gran estabilidad en el agua. En el siguiente grafico se explica el proceso.

1. Afluente

Corresponde a un curso de agua en donde el caudal de la misma se mantiene de acuerdo al proceso se realizaría mediante un canal de derivación esta agua ingresa directamente al pozo mediante las tuberías para su posterior recepción en un tanque de carga de aproximadamente 3,6 m³, el cual consta de una tubería para desfogar, el agua puede ser regulada manualmente por medio de válvulas dependiendo del flujo que se desee tratar.

2. Desbaste (filtrado grueso)

Consta de rejillas para evitar el paso de todo material sólido grueso que pueda afectar el correcto funcionamiento de las siguientes etapas.

3. pH (Potencial de hidrógeno)

Es la medición de la concentración de los iones hidrógeno. El pH intermedio es de 7 que es idóneo para el agua pura, valores menores a 7 son aguas ácidas y ayudan en la corrosión de sustancias metálicas que tengan contacto con ella, también en la coagulación y desinfección; pero si son muy ácidas debemos adicionar un álcali que en ocasiones es cal para optimizar el proceso de coagulación. Las aguas que poseen pH mayores a 7 son básicas y pueden dar lugar a incrustaciones.

Se debe tener en cuenta que a medida que aumenta la temperatura también aumenta el pH. El rango de pH es función del tipo de coagulante a ser utilizado y de la naturaleza del agua a tratar; si la coagulación se realiza fuera del rango de pH óptimo entonces se debe aumentar la cantidad del coagulante; por lo tanto la dosis requerida es alta.

(Quintuña & Samaniego, 2016)

4. Homogenización

Del pozo de recepción del agua contaminada pasa básicamente el proceso de homogeneización que consiste en el tanque generar el volumen adecuado, normalmente trabajando siempre lleno, actúa como pulmón, donde tiene lugar la homogeneización del agua residual.

La función del tanque de homogenización es regular los caudales que se producen en el área y minimiza los impactos de las variaciones de caudal, de esta manera consigue estabilizar el caudal de salida

5. Coagulación (mezcla rápida)

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado.

Los principales coagulantes utilizados para desestabilizar las partículas son:

- a) Sulfato de Aluminio.
- b) Aluminato de Sodio.
- c) Cloruro de Aluminio.
- d) Cloruro Férrico.
- e) Sulfato Férrico.
- f) Sulfato Ferroso.
- g) Polielectrolitos (Como ayudantes de floculación).

Siendo el más utilizado las sales de Aluminio y de Hierro; cuando se adiciona estas sales al agua se producen una serie de reacciones muy complejas donde los productos de hidrólisis son más eficaces que los iones mismos; estas sales reaccionan con la alcalinidad del agua y producen los hidróxidos de aluminio o hierro que son insolubles y forman los precipitado

El coagulante que se utilizara es el Sulfato de Aluminio Tipo A la solución es preparada en tanques de nivel constante con orificio graduable. Una vez que se añade la sustancia química al agua, se realiza la mezcla rápida.

El resalto hidráulico es el ascenso brusco del nivel del agua que se presenta a consecuencia del retardo que tolera una corriente de agua que fluye a elevada velocidad y pasa a una zona de baja velocidad. En esta etapa se la añade un coagulante que ayude a la remoción de las impurezas que presenta el agua residual.

Es igualmente el método universal porque elimina una gran cantidad de sustancias de diversas naturalezas y de peso de materia que son eliminados al menor costo, en comparación con otros métodos.

Tipos de mezcla Las unidades para producir esta pueden ser:

- Mezcladores Mecánicos: Retro mezcladores (agitadores)
- Mezcladores Hidráulicos: - Resalto Hidráulico: Canaleta Parshall y Vertedero Rectangular - En línea: Difusores (tuberías y canales)

En esta área se encuentra sistemas comunes dentro de las plantas de tratamiento y pueden usarse para dosificar coagulantes, oxidantes, inhibidores de la corrosión, sustancias químicas para el ajuste del pH, control de sabor y olor, desinfectantes, fluoruro, etc.

Se compone de sistemas simples se describe su composición:

- Tanque para la solución química
- Tanque de Equilibrio
- Sopladores
- Tanques de base de químicos: En este paso se produce reacciones fisicoquímicos con ello se consigue mejorar la eficiencia y disminución de material que contamina de los siguientes procesos de sedimentación o filtración. La coagulación incluye la dosificación de sustancias químicas para desestabilizar las partículas suspendidas con cargas similares. Este proceso es de gran utilidad que se unan y que se inicie la formación de flóculos.

La floculación, que en parte se superpone al proceso de coagulación, requiere la mezcla suave de las partículas desestabilizadas para formar flóculos sedimentables

- Bombas centrifugas.
- Filtros Multicapa Especializados.

6. Floculación

Es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.

Estos flóculos inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar en esta etapa de la mezcla lenta tiene por objeto permitir los contactos entre los flóculos, la turbiedad y el color, la mezcla debe ser lo suficiente para crear diferencias de velocidad del agua dentro de la unidad pero no muy grande, ya que los flóculos corren el riesgo de romperse; aún si el tiempo es no más del tiempo óptimo de floculación pericinéctica

Este producido por el movimiento natural de las moléculas del agua y esta inducida por la energía térmica, este movimiento es conocido como el movimiento browniano.

Floculación Ortocinéctica Se basa en las colisiones de las partículas debido al movimiento del agua, el que es inducido por una energía exterior a la masa de agua y que puede ser de origen mecánico o hidráulico. Después que el agua es coagulada es necesario que se produzca la aglomeración de los micros flóculos; para que esto suceda se produce primero la floculación pericinéctica luego se produce la floculación Ortocinéctica.

En este espacio se produce la separación de las partículas suspendidas en el agua residual, las cuales deber tener como característica ser mayor que el agua es un proceso para eliminar partículas sedimentadas que se hayan generado en un efluente clarificado.

7. Sedimentación

Se realiza en un decantador laminar de placas paralelas cemento - asbesto, de flujo ascendente. El agua floculada se distribuye en el sedimentado.

Finalmente tras un proceso de tratamiento de agua se dispone a la salida de una manera el agua ya se encuentra disponible para utilizarla en los primeros procesos de manufactura que requiera de agua.

8. Efluente

El agua tratada es distribuida a los siguientes procesos:

Pulidoras y lavadora línea no estándar

Perforado

Pulido bilateral y lavadora línea estándar

Intermac (Proceso CNC)

Acanalado

Aseo personal.

Lavado de pisos y paredes

Adicionalmente la empresa utiliza en uso doméstico (inodoros, duchas, cocina, etc.)

La propuesta genera un criterio de ahorro de agua por medio de equipos de filtrado y reciclaje de agua contaminada por medio del método de floculación que permita aprovechar eficientemente los recursos económicos y el impacto ambiental. El agua que tras pasar por un tratamiento adecuado debido a las partículas muy pequeñas existentes que quedan después de los procesos de fabricación de vidrios de seguridad para la industria en el agua serán reutilizados en los mismos procesos sin embargo es importante establecer un cuadro comparativo como se explica a continuación:

Tabla N° 6 Cuadro comparativo ventajas y desventajas del proceso de floculación

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Es un método simple y rentable	Se requiere del uso de productos químicos
Es un método universal porque permite eliminar una gran cantidad de sustancias de diversa naturaleza y peso	Se transfieren compuestos tóxicos a la fase Sedimentación , con la formación de un lodo que debe ser tratado posteriormente
Separa muchos tipos de partículas del agua	Es necesario realizar mantenimiento del sistema
Mejora el proceso de filtración	El proceso de coagulación mal realizado puede conducir a una degradación rápida del agua
Permite eliminar partículas en suspensión	
La coagulación es el tratamiento más eficaz	

Fuente: <https://5favznqkji5k/la-coagulacion-y-la-floculacion/>

Elaborado por: Investigador

Tratamiento del agua residual a través del método tamizado

El tamizado es proceso de filtración sobre que se utiliza en numerosos campos del tratamiento del agua. Pueden ser de limpieza manual o automática. Los tamices de auto limpieza pueden clasificarse en

1. Tamices estáticos.
Reja con barras horizontales de sección triangular, de acero inoxidable. La reja tiene una inclinación que disminuye progresivamente entre 65° y 45° .

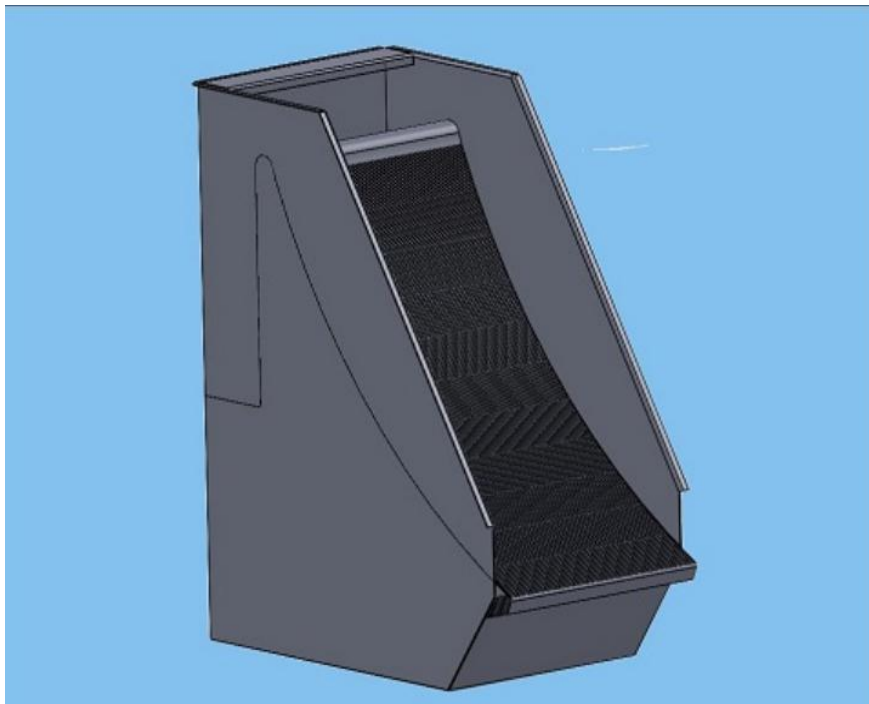


Fig. 5. <http://www.idm-pirineo.es/IDM/Esp/MA/tamiz-estatico.php>

Elaborado por: Investigador

2. Tamices rotativos

Reja cilíndrica de eje horizontal que gira formada por barras de sección trapezoidal, de acero inoxidable.



Fig.6 <http://www.quilton.com/equipos-quilton/tamices-y-filtros/tamiz-rotativo/>

Elaborado por: Investigador

El tratamiento de tamizado es una operación que consiste en hacer pasar el agua residual a través de una reja. De esta forma, el desbaste se clasifica según la separación entre los barrotes de la reja.

Tabla N° 7 Tipos de partículas retenidas por el tamiz

Desbaste	Separación barrotes	Espesor barrotes
fino	10-25 mm	6-12 mm
grueso	50-100 mm	12-25 mm

Fuente:<http://www.pramar.net/es/web/tratamiento-de-aguas/tecnologia-equipos/tamices>

Elaborado por: Investigador

Los valores retenidos por el tamiz fino en el caso industria del vidrio corresponden a 10-25 mm en separación barrotes.

Tabla N°8 cuadro comparativo ventajas y desventajas del proceso de tamizado

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Es un método simple	Uno de los inconvenientes es que la demanda de cloro del agua es mayor
Elimina algas en las instalaciones.	En el caso en que se sobrepase, es necesario eliminar el cloro
Separa muchos tipos de partículas del agua	El proceso de coagulación mal realizado puede conducir a una degradación rápida del agua
Separa la medida de las partículas, para después poder hacer un análisis con más precisión	Pero la desventaja es que no se puede usar para separar una mezcla de líquido y sólidos livianos. Ya que estas partículas tardan mucho en decantar
Consumo energía mínima	Rendimiento bajo, ya que no se puede programar para su uso

Fuente: <http://www.pramar.net/es/web/tratamiento-de-aguas/tecnologia-equipos/tamices>

Elaborado por: Investigador

Tabla N°9 comparación entre floculación y tamización.

CUADRO COMPARATIVO DE PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUA						
	Facilita la aglomeración de partículas.	Reacción rápida con gran efectividad	Partículas se remueven muy fácil del agua	Proceso con un bajo costo	Proceso sencillo no se necesita equipo sofisticado	Total
FLOCULACIÓN - COAGULACIÓN	3	3	3	2	2	13
TAMIZACIÓN	1	1	2	3	3	10

MUY SATISFACTOR	3
SATISFACTORIO	2
NO SATISFACTORIO	1

Fuente: (Arkema, 2015)

Elaborado por: Investigador

Diseño de una planta para el tratamiento de aguas residuales.

Para realizar un correcto diseño de la planta de procesamiento se necesita conocer la cantidad de agua a tratar en la siguiente tabla se muestra el consumo de agua por área en el proceso del vidrio.

Tabla N°10 procesos y cantidades de agua residual que producen.

Cuadro de procesos intervenidos por método de Fluconación	
PROCESO	CONSUMO ANUAL EN m³
pulidoras y lavadora línea no estándar	1022,94
perforado	97,53
pulido bilateral y lavadora línea estándar	568,6
Intermac	1180,9
total anual	2869,97

Fuente: SECURIT

Elaborado por: Investigador

Los valores de la tabla anterior corresponden a los procesos que serán intervenidos los mismos que tienen un valor anual 2869,97 m³

Tabla N°11 calidad de agua a ser tratada.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR INICIAL
SOLIDOS TOTALES	mg/l	635
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	175,9
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	459,1

Fuente: SECURIT

Elaborado por: Investigador.

Los valores de la tabla anterior corresponden a los valores iniciales del agua residual.

Ensayos de coagulación y floculación.

Las pruebas de coagulación-floculación permiten escoger el tipo de coagulante y floculante con el cual se obtendrá mejores resultados en la clarificación de las aguas residuales, así como las dosis óptimas a emplear. Se debe tener en cuenta que la dosis óptima químicamente no es necesariamente la que económicamente resulte mejor para los intereses de la empresa. Por lo tanto buscaremos una solución que les permita ser competitivos y cumplir con la normativa vigente. Asimismo, a partir de cierta concentración de reactivos el comportamiento de

la suspensión de sólidos es asintótico, no obteniéndose una mayor clarificación a pesar de aumentar la dosis de coagulante y/o floculante.

Es de esta forma como se plantearon los ensayos de laboratorio, mediante los cuales se logró definir:

- Coagulante y floculante óptimo.
- Dosis de coagulante y floculante a emplear.
- Turbidez y sólidos en suspensión del agua clarificada.
- Volumen de lodos generados.

Como se ha comentado en lo referente a las características y naturaleza de los sólidos suspendidos, éstos están formados principalmente por partículas de vidrio.

En el laboratorio se utilizó el siguiente coagulante:

- Coagulante A: Oxido de magnesio MgO .
- Coagulante B: Cloruro de hierro Cl_3Fe .
- Coagulante C: hidróxido de sodio $NaOH$.
- Coagulante D: Sulfato de alúmina $Al_2(SO_4)$.

Los floculantes empleados, se venden bajo nombre comercial:

- Floculante F1: Cyanamid Superfloc Plus A130 (amónico).
- Floculante F2: Cyanamid Superfloc Plus N300 (tipo no iónico).
- Floculante F3: Cyanamid Superfloc C 110 (tipo catódico).

Para la dosificación de los coagulantes se emplearon disoluciones en agua de 10 g/l y para los floculantes disoluciones en agua de 5 g/l, ya que en concentraciones superiores, su viscosidad lo hace difícil de manejar. Todas las disoluciones fueron preparadas utilizando agua destilada.

Ensayos preliminares.

Se realizaron distintos ensayos preliminares, con el fin de determinar el coagulante y el floculante más adecuado, así como la dosis de ambos que produce una mayor clarificación del agua. El agua residual tiene una concentración de sólidos suspendidos de 635 mg/l en vasos de precipitados de 1 litro de capacidad, a los que se añadieron los reactivos químicos.



Fig. 7. Suspensión inicial de partículas de arenisca en vasos de precipitados.

Los ensayos con agua residual fueron los siguientes:

- En sayo utilizando 3ml de coagulante A, B, C y D en cuatro vasos de precipitado.
- En sayo utilizando 2ml de floculante F, F2 y F3 en tres vasos de precipitado.
- Ensayo utilizando el floculante y coagulante seleccionados.

Ensayo con coagulantes.

Se procede a colocar los vasos de precipitado en el equipo Jar-test, para posteriormente introducir los agitadores los mismos que deben tener una ubicación $\frac{1}{4}$ de la altura desde el fondo del vaso. A continuación, se puso el equipo en marcha a una velocidad de agitación de 90 rpm para homogeneizar la suspensión. Una vez homogeneizada, se añadieron:

- 3 ml de coagulante A al vaso 1.
- 3 ml de coagulante B al vaso 2.
- 3 ml de coagulante C al vaso 3.
- 3 ml de coagulante D al vaso 4.

Se procede a agitar durante 5 minutos a 90 rpm. Posteriormente se detuvo el proceso de agitación y se esperó 15 minutos a que las partículas en suspensión sedimenten. Pasado ese tiempo, se realizó el test de absorbancia a 620 nanómetros del agua clarificada de cada uno de los vasos.

Una vez realizadas los test los resultados se recogen en la siguiente tabla con los mismos se puede definir el que mejor resultado con una clarificación en el agua fue el coagulante D (sulfato de alúmina).

Tabla 12. Resultados de laboratorio con agua residual empleando sólo coagulante.

Reactivo	Absorbancia (A)
Coagulante A	0.618 nm
Coagulante B	0.546 nm
Coagulante C	0.613 nm
Coagulante D	0.120 nm

Fuente: SECURIT

Elaborado por: Investigador.

Los valores de la tabla anterior corresponden a los resultados de laboratorio del agua residual, los mismos que son favorables para el coagulante D.

Ensayo con floculantes.

Utilizando el mismo criterio anterior, se prepararon 3 vasos de precipitados y se añadieron:

- 2 ml de floculante F1 al vaso 1.
- 2 ml de floculante F2 al vaso 2.
- 2 ml de floculante F3 al vaso 3.

En este caso, el tiempo de agitación se redujo a 3 minutos y el tiempo de reposo a 12 minutos.

Tabla 13. Resultados de laboratorio con agua residual empleando sólo floculante.

Reactivo	Absorbancia (A)
Floculante F1	0.961 nm
Floculante F2	0.495 nm
Floculante F3	0.236 nm

Fuente: SECURIT.

Elaborado por: Investigador.

Una vez se obtuvo resultados se les realizaron los test de absorbancia a 620 nanómetros a partir de los cuales se puede decir con certeza, que el floculante más efectivo fue el floculante F3 (tipo catiónico).

Ensayo con dosis fija de floculante y dosis variables de coagulante.

En este ensayo se usa la dosis fija de 4 ml de floculante F3 para todos los vasos (el floculante elegido en la prueba anterior) en cuanto al coagulante se añadieron cantidades de la siguiente manera:

- Vaso 1 = 2 ml de coagulante D
- Vaso 2 = 3 ml de coagulante D
- Vaso 3 = 4 ml de coagulante D

El resultado del vaso 2 que contenía coagulante de 3 ml se obtiene un resultado en el test de absorbancia de 0.081 A y un volumen de lodos de 14 ml, por lo que, a pesar de ser el mayor volumen de lodos de los tres casos analizados, se consideró esta dosis como la más adecuada para clarificar el agua residual.

Resumen de resultados.

Una vez se realizaron todos los ensayos, los resultados mostraron que la dosis adecuada de reactivos para la eficiente separación de partículas de vidrio fue de 4 ml de sulfato de alúmina (40 ppm) y 3 ml de floculante de tipo catiónico (15 ppm).

Tabla 14. Resumen de resultados de los ensayos preliminares con partículas de arenisca.

Dosis de sulfato de alúmina (ml)	Dosis de floculante catiónico (ml)	Absorbancia (A)	Volumen de lodos (ml/l)
4	2	0.188	7
4	3	0.081	12
4	4	0.224	10

Fuente: SECURIT

Elaborado por: Investigador

Luego de realizadas las pruebas se puede evidenciar una notable clarificación del agua tratada también se evidencia que los sólidos separados, pueden ser destinados al reciclaje, evitando así que tengan como destino el alcantarillado.

Diseño de Tanques.

Para realizar el diseño de los diferentes tanques para el proceso, se deberá tomar en cuenta algunos aspectos como:

- Cantidad de agua residual a intervenir tabla N°8 (2869,97 m³ anuales)
- Tiempo de vaciado de máquinas.

Cálculos.

Uso de agua diario en las maquinas intervenidas Securit S.A.

$m^3 \text{ día} = (m^3 \text{ anuales}/\text{meses del año})/\text{días laborados al mes.}$

$m^3 \text{ día} = (2869.97)/23$

$m^3 \text{ día} = 10.4 \text{ m}^3$

Tabla 15. Velocidad de vaciado por bombas que se encuentran como equipo original en las maquinas intervenidas, en el siguiente cuadro podemos apreciar la capacidad de bombeo.

PROCESO	CONSUMO DIARIO EN m ³	CAPACIDAD DE BOMBEO m ³ /h	CANTIDAD DE BOMBAS
pulidoras y lavadora línea no estándar	3,71	9,6	2
perforado	0,35	4,8	1
pulido bilateral y lavadora línea estándar	2,06	4,8	1
Intermac	4,28	9,6	2
TOTAL	10,40	28,8	6

Fuente: SECURIT

Elaborado por: Investigador.

Calculo de tiempo para vaciado de los tanques

$$tv = \frac{\text{consumo diario}}{\text{capacidad de bombeo}}$$

$$tv = \frac{10.40 \text{ m}^3}{28 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$tv = 0.36 \text{ h} \cdot 60 \text{ min/h}$$

$$tv = 21.67 \text{ min}$$

Diseño del tanque de coagulación.

Las aguas residuales procedentes de las áreas a ser intervenidas, con una concentración de 635 mg/l de sólidos en suspensión, se depositan en el tanque de coagulación. La dosificación del sulfato de alúmina (40 ppm) y del hidróxido de sodio para obtener un pH igual a 8 se hará por la cubierta del tanque.

Para calcular el volumen del tanque se toma la cantidad de agua residual total de las maquinas intervenidas más el porcentaje de sobre dimensión para evitar derrames por el vórtice generado al agitar la mezcla.

Utilizando la siguiente ecuación se podrá calcular el volumen del tanque necesario el mismo que es de un 50% según (Patrik, 2002).

$V = \text{cantidad intervenida} + \text{porcentaje de sobredimensión.}$

$$V = 10.40 \text{ m}^3 + 50\%.$$

$$V = 15.6 \text{ m}^3$$

Considerando la dimensión del material que se va a utilizar para la fabricación del tanque el mismo que es de 2.4m * 1.22, se tiene que el volumen del tanque es el siguiente.

$$V = \pi * d * h$$

$$15.6 \text{ m}^3 = 3.14 * d * 1.22 \text{ m}$$

$$d = \frac{15.6 \text{ m}^3}{3.14 * 1.22 \text{ m}}$$

$$d = 4 \text{ m}^2$$

Las dimensiones del tanque serán:

- Volumen 15.6 m³
- Diámetro 4 m
- Altura 1.22 m

Con el fin de prevenir oxidación y brindar una durabilidad extendida éste estará fabricado de acero inoxidable AISI 314 de 3mm de espesor.

El cálculo de la potencia de agitación necesaria en el tanque de coagulación se realiza utilizando el gráfico a continuación expuesto según (Patrik, 2002).

Este gráfico correlaciona el diámetro del tanque con la potencia requerida por unidad de volumen del mismo. Se considerará como sistema de agitación una turbina de palas inclinadas de 45°.

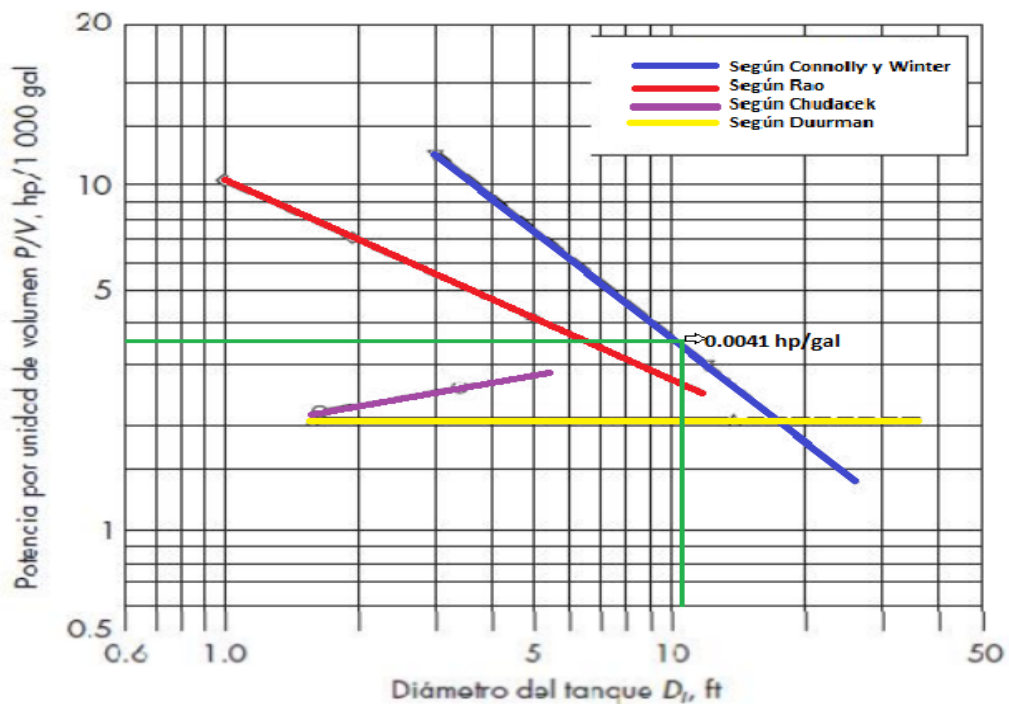


Fig. 8. Potencia requerida para la suspensión completa de sólidos en tanques agitados utilizando turbinas de palas inclinadas (McCabe 2002)

Elaborado: El investigador

Potencia requerida para la suspensión completa de sólidos en tanques agitadores con la ayuda de turbinas con palas inclinadas. Ya que el diámetro del tanque es de 4m (13.12 ft) la potencia necesaria para la agitación del tanque según el criterio de (Patrik, 2002) es de 0.0041 hp/gal. La potencia para agitar el contenido del tanque es de 14.63kW.

Al agitar rápidamente y con un tiempo corto, ayudara a la eficiente mezcla de los productos químicos favoreciendo la coagulación, por lo que se considera como una velocidad de agitación adecuada de 90 rpm.

Diseño del tanque de floculación.

Cuando agua residual se encuentra mezclada con el sulfato de alúmina en el tanque de coagulación, ésta pasa al tanque de floculación. En el mismo se dosificarán 30 ppm de floculante de tipo catiónico.

Utilizando el mismo criterio de diseño del tanque anterior, este será igual que el de coagulación.

Siendo fundamental considerar que la velocidad de agitación necesaria, esta no es igual en la floculación y coagulación, siendo menor en la floculación, al igual que el tanque de coagulación, estará fabricado en acero inoxidable AISI 314.

Las dimensiones del tanque serán:

- Volumen 15.6 m³
- Diámetro 4 m
- Altura 1.22 m

El cálculo de la potencia de agitación necesaria se realizará, al igual que en el caso anterior, siguiendo el criterio de Connolly y Winter (McCabe et al., 2002) y se considerará como sistema de agitación una turbina de palas inclinadas de 45°. (Patrik, 2002)

La potencia necesaria para el mezclado será de 14.63 kW.

Diseño del tanque de sedimentación.

Para dimensionar el tanque de sedimentación se toman los mismos parámetros del tanque de floculación siendo de las mismas dimensiones y estructura.

Las dimensiones del tanque serán:

- Volumen 15.6 m³
- Diámetro 4 m
- Altura 1.22 m

Los lodos obtenidos en el tanque de sedimentación se bombearán a través de tubería hasta la etapa de tratamiento mediante filtros prensa, donde se reducirá el volumen y la humedad de los mismos. Ya transportados los residuos pasan por filtros de prensado se obtendrá un producto de material sólido con un reducido porcentaje de humedad que está situado en torno al 35 %, para, finalmente, transportarlos al área de reciclaje y entregarlos a un gestor especializado.

Este caudal de agua obtenido del prensado, se recirculará a la línea de agua de la planta de tratamiento y se mezclará con el efluente procedente del tanque de sedimentación, para ser introducido finalmente en sistema de llenado de tanques en los procesos intervenido o destinada a usos varios, según la necesidad de la empresa Securit S.A.

Contenedor de residuos sólidos.

Para un manejo adecuado de los desechos sólidos producto del tratamiento de agua residual, se utilizaran los contenedores ya existentes para depósito de retales de vidrio, puesto que este vidrio pulverizado tendrá el mismo destino que el vidrio de retales.

Estos contenedores tienen un volumen de 2.88 m^3 con las siguientes dimensiones:

- Alto 1.2 m
- Ancho 2 m
- Profundidad 1.2 m

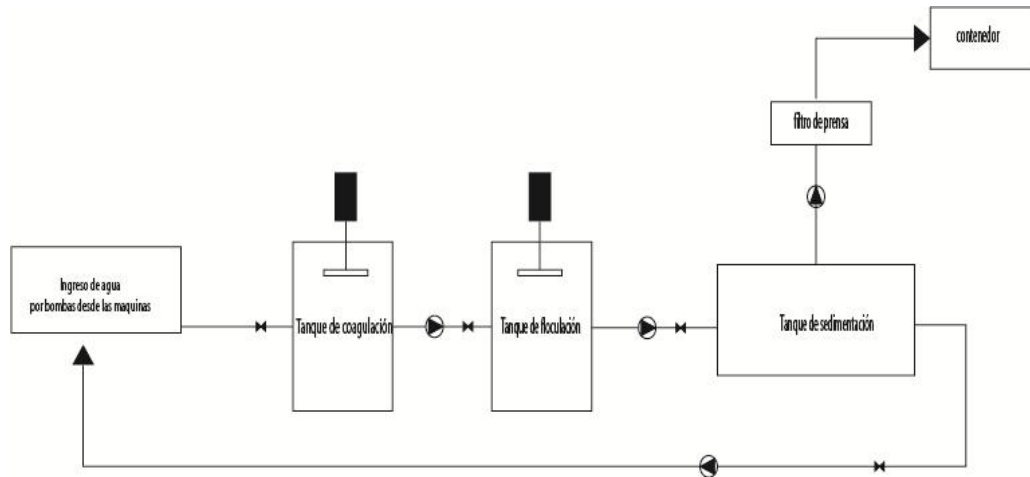


FIGURA N° 9 DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.
ELABORADO POR EL INVESTIGADOR

Fig. 9 Flujograma de la planta para tratamiento de agua

Elaborado por el Investigador

De lo expuesto anteriormente podemos establecer lo siguiente:

Conclusiones:

- El tratamiento de aguas residuales se lo hará por el método de fluconación coagulación ya que se determinó que este es el que mejor se ajusta a la realidad de la empresa.
- Las áreas intervenidas en este proyecto serán: Pulido, Perforado, Fresado CNC (Intermac).
- Realizado el proceso se pudo evidenciar que con la recirculación de agua y la separación de sólidos se puede reducir la contaminación, ya que no se producen descargas en la red pública.

Recomendaciones:

- Hacer un seguimiento del proceso y su efectividad a través del tiempo para realizar un plan de mejora o ampliación a otras áreas de la empresa.
- Crear un plan de mantenimiento preventivo para la planta de tratamiento.

Bibliografía

- Mining & Machinery. (2018). Obtenido de <https://www.giuseppefranco.eu/about-us.html>
- Animal Ecology. (1957). Aims and Methods.
- Arkema. (2015). Cuadro comparativo de separación de sólidos . *Ingenius*, 94.
- Borja, X. (2015). *Evaluación de Polímeros en la Concentración* . Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11126/1/CD-6399.pdf>
- Comision Nacional del Medio Ambiente. (2000). *Gobierno de Chile*. Obtenido de <https://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/CentrodeFichas/Documents/control-y-prevenci%C3%B3n-de-riesgos-en-la-fabricacion-de-vidrio.pdf>
- Coronel, I. (2018). Gestión por Procesos.
- Estrucplan. (2008). *Ingeniería de Tratamiento de Aguas Residuales* . Obtenido de <https://estrucplan.com.ar/producciones/contenido-tecnico/p-efluentes-liquidos-y-gaseosos/ingenieria-de-tratamiento-de-aguas-residuales-tratamiento-fisico-quimico/>
- Gavira, J. (2013). *QUÍMICA DEL VIDRIO*. Obtenido de <https://triplenlace.com/2013/02/04/quimica-del-vidrio/>
- Grimau, V. L. (2017). Instituto de Investigación Textil y Cooperación Industrial de la Universidad Politécnica de Cataluña.
- Heredia, S. (2006). EXPERIMENTOS DE QUÍMICA RECREATIVA CON SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO. *Eureka*, 467-484. Obtenido de Ya que muchas partículas en la suspensión se demoran en decantar y son muy difíciles de filtrar.(
- Juberzay, C. (Noviembre de 2011). *Tratamiento Físicoquímico y biológico del agua*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/guillermo150782/coagulacion-y-floculacion>
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Organigrama del Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/organigrama-del-ministerio-del-ambiente/>
- Moreno, J. (2 de Mayo de 2018). Obtenido de https://www.academia.edu/36395449/Biodiversidad_del_ecuador
- National Academy . (2018). *EL AGUA POTABLE APTA PARA EL CONSUMO ES ESENCIAL*. Obtenido de <https://www.koshland-science-museum.org/water/new/>
- Navas, F. (2011). *Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito*. Obtenido de <https://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Ordenanza-213-Distrito-Metropolitano-Quito-Capitulo-IV.html>
- Patrik, M. (2002). *New software for searching the Cambridge Structural Database and visualizing crystal structures*. Cambridge: Union Road, Cambridge CB2 1EZ, UK.

Salazar, B. (2016). *¿Qué es Ingeniería Industrial?* Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/que-es-ingenier%C3%ADa-industrial>

Vera, J. (2018). *DISEÑO DE ESTRATEGIA PARA GESTION ADMINISTRATIVA*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28265/1/DISE%C3%91O%20DE%20ESTRATEGIA%20PARA%20GESTION%20ADMINISTRATIVA%20%20PARA%20HACIENDA%20MAICERA%20LA%20FLORIDA.%20Autores%2C%20Franco-Vera.pdf>

VIDRIOS DE SEGURIDAD SECURIT S.A. (2019). *CANFAC* . Obtenido de Cámara Nacional de Fabricantes de Carrocerías : <http://canfacecuador.com/index.php/securit-s-a2>