	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 1 de 7

16-

FECHA	martes, 10 de diciembre de 2019
--------------	---------------------------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Facatativá


UNIDAD REGIONAL	Extensión Facatativá
TIPO DE DOCUMENTO	Pasantía
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Ambiental

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
ALEMAN CAUSIL	LUIS FERNANDO	1073163761

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 2 de 7

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
BEDOYA	DIEGO

TÍTULO DEL DOCUMENTO
PLAN PILOTO DE NUEVO DISEÑO PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAVADO EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE RESINAS DE LA EMPRESA PINTURAS EVERY

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
INGENIERO AMBIENTAL

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
10/12/2019	71 pág.

DESCRITORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Resinas	Resin
2. Contaminación	Contamination
3. Tratamiento	Treatment
4. Remoción	Removal
5. Reutilización	Reuse



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 3 de 7

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Pinturas Every S.A.S es una empresa encargada de la fabricación de pinturas, revestimientos y resinas, en donde se cuenta con una problemática de generación de aguas residuales por procesos de lavado específicamente en el área de resinas, debido a esto el presente trabajo desarrolla una propuesta para el tratamiento y reúso de las aguas residuales de lavado, formulando un nuevo diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que se encuentra en las instalaciones dentro de la empresa, la cual no cuenta en la actualidad con ningún funcionamiento.

Esta agua sin tratar en algunos casos es vertida al suelo generando un impacto ambiental, en la actualidad, estas aguas son tratadas por una empresa externa la cual se encarga de la evacuación, transporte y disposición final, lo que genera costos operativos por su tratamiento.


Este trabajo realizó una evaluación del estado actual de la PTAR de la empresa Pinturas Every S.A.S, seguido de una caracterización físico química de las aguas para definir el tratamiento y poder lograr un nuevo diseño de la PTAR, teniendo en cuenta factores como costos e infraestructura existente de cada una de las operaciones unitarias que componen el sistema de tratamiento, buscando un mejor funcionamiento y logrando la mayor eficiencia de remoción de contaminantes, con el objetivo de obtener un tratamiento adecuado del efluente de agua residual proveniente del área de resinas.

ABSTRACT

Pinturas Every SAS is a company in charge of the manufacture of paints, coatings and resins, where there is a problem of generation of wastewater by washing processes specifically in the area of resins, due to this the present work develops a proposal for the treatment and reuse of washing wastewater, formulating a new design of the Wastewater Treatment Plant (PTAR) that is located in the facilities within the company, which currently has no operation.

This untreated water in some cases is discharged to the ground generating an environmental impact, at present, these waters are treated by an external company which is responsible for the evacuation, transport and final disposal, which generates operating costs for its treatment.

This work carried out an evaluation of the current state of the PTAR of the company Pinturas Every S.A.S, followed by a physical chemical characterization of the waters to define the treatment and to achieve a new design of the PTAR, taking into account factors such as costs and existing infrastructure of each of the unit operations that make up the treatment system, seeking a better operation and achieving the highest efficiency of removal of contaminants, with the aim of obtaining an adequate treatment of the effluent of wastewater from the resin area.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PÁGINA: 4 de 7

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.


En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16 PAGINA: 5 de 7

y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):


Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI __ NO _X_**. En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL	VIGENCIA: 2017-11-16
	REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 6 de 7

5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo (amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.


e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 7 de 7



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.




Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Plan piloto de nuevo diseño para el tratamiento de las aguas residuales de lavado en el área de fabricación de resinas de la Empresa Pinturas Every.pdf	Texto

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
ALEMAN CAUSIL LUIS FERNANDO	

12.1-40

PLAN PILOTO DE NUEVO DISEÑO PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS
RESIDUALES DE LAVADO EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE RESINAS DE LA
EMPRESA PINTURAS EVERY S.A.S

LUIS FERNANDO ALEMÁN CAUSIL

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
FACATATIVÁ, CUNDINAMARCA

2019

PLAN PILOTO DE NUEVO DISEÑO PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS
RESIDUALES DE LAVADO EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE RESINAS DE LA
EMPRESA PINTURAS EVERY S.A.S

Presentado por:

LUIS FERNANDO ALEMÁN CAUSIL

Proyecto de pasantía como opción de grado para optar por el título de

INGENIERO AMBIENTAL

Dirigido por:

DIEGO BEDOYA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
FACATATIVÁ, CUNDINAMARCA

2019

DEDICATORIA

Agradezco a mis padres José Luis Alemán y Cándida Rosa Causil por el apoyo que han brindado durante todo este tiempo. Agradezco a los profesores que con sus consejos y conocimiento hicieron posible el finalizar este trabajo. Agradezco a mi abuela Marina Salgado por la ayuda que me ha ofrecido, gracias a su ejemplo de superación, humildad y sacrificio obtuve fuerzas para culminar esta etapa de mi vida.

Luis Fernando Alemán Causil

CONTENIDO

RESUMEN.....	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	15
5. OBJETIVOS.....	17
5.1 Objetivo general.	17
5.2 Objetivos específicos.....	17
6. MARCO TEÓRICO	18
6.1 RESINAS	18
6.1.1 Resinas alquídicas.	18
6.1.2 Resinas urea-formaldehido.....	19
6.1.3 producción de resina en la empresa Pinturas Every S.A.S.....	19
6.2 AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL.....	20
6.2.1 Agua residual de la industria de la pintura	20
6.2.2 Tipos de tratamiento.....	20
6.2.3 Tratamiento primario.....	22
6.2.4 Tratamiento secundario.	27
6.2.5 Tratamiento terciario.	30
7. METODOLOGÍA	32
7.1 GENERALIDADES.....	34

7.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	35
7.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA PTAR.....	36
7.2.1 TANQUE DE IGUALACIÓN	37
7.2.2 Bomba de alimentación	38
7.2.3 Bombas dosificadoras	39
7.2.4 Coagulador o cono de mezcla	40
7.2.5 Floculador vertical.....	41
7.2.6 Sedimentador de alta tasa	42
7.2.7 Filtro mixto de arenas.....	42
7.2.8 Filtro de carbón activado.....	43
7.2.9 Ósmosis inversa.....	44
8. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	45
8.1 MEDICIÓN DE CAUDAL.....	47
9.2 VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES UNITARIOS DE LA PTAR.....	48
9.1 TANQUE DE IGUALACIÓN	48
9.2 CONO DE MEZCLA.....	49
9.3 SEDIMENTADOR	49
9.4 PANEL TIPO COLMENA	51
9.5 FLOCULADOR	51
9.6 TUBERÍA.....	52
6.7 FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO Y ARENA Y ZEOLITA	52
9.8 OSMOSIS INVERSA	53

9.9 BOMBAS DE ALIMENTACIÓN	54
9.10 BOMBAS DOSIFICADORAS	54
9.11 POZO DE LODOS	55
10. NUEVO DISEÑO DE LA PTAR PINTURAS EVERY S.A.S	56
10.1 ESQUEMA DEL NUEVO DISEÑO DE PROCESOS UNITARIOS PARA LA PTAR DE PINTURAS EVERY S.A.S	60
10.2 DISEÑO DE TRAMPA DE GRASAS	61
10.3 TOLVA DE SEDIMENTACIÓN	65
10.3.1 Diseño tolva de lodos	65
10.4 SISTEMA DE OXIDACIÓN	66
10.4.1 Funcionamiento de la oxidación con ozono	66
10.5 PRUEBA TEST DE JARRAS	67
11. VALORACIÓN ECONÓMICA COSTOS	68
11.1 INVERSIÓN	68
11.1.1 Inversión realizada	68
12. CONCLUSIONES	70
13. RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA.....	72
ANEXOS.....	78

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Ubicación Pinturas Every	12
Fig. 2. PTAR Pinturas Every S.A.S	34
Fig. 3. PTAR Pinturas Every S.A.S	35
Fig. 4. Tanque de Igualación.....	37
Fig. 5. Partes de una bomba centrífuga	38
Fig. 6. Bomba Dosificadora Dosiquimicos	39
Fig. 7. Cono de mezcla.....	40
Fig. 8. Floculador vertical	41
Fig. 9. Tanque sedimentador	42
Fig. 10. Cajas de almacenamiento de aguas de lavado	45
Fig. 11. Recolección de muestras.....	45
Fig. 12. Toma de datos in situ y almacenamiento de muestras	45
Fig. 13. Tanque de igualación estado actual	48
Fig. 14. Cono de mezcla estado actual	49
Fig. 15. Sedimentador estado actual.....	50
Fig. 16. Panel tipo colmena estado actual	51
Fig. 17. Floculador vertical estado actual	51
Fig. 18. Tubería estado actual	52
Fig. 19. Filtros de Carbón activado, arena y zeolita estado actual.....	53
Fig. 20. Osmosis Inversa estado actual	53
Fig. 21. Bombas de alimentación estado actual	54
Fig. 22. Bombas Dosificadoras estado actual	54
Fig. 23. Pozos de lodos estado actual.....	55
Fig. 24. Esquema del nuevo sistema de procesos unitarios	61

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1. Medidas de referencia de la trampa de grasas, fuente propia, 2019.....	25
Esquema 2. Dimensiones de referencia para la tolva, fuente propia, 2019.....	28

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características de las bombas dosificadoras SOKE.....	40
Tabla 2. Características del filtro multimedia	43
Tabla 3. Características del filtro carbón activado	43
Tabla 4. Características osmosis inversa.....	44
Tabla 5. Comparativo de la Resolución 0631 con los resultados obtenidos en el laboratorio AGQ labs.....	46
Tabla 6. Tiempos de muestreo y caudal de diseño.....	47
Tabla 7. Comparación de los diferentes sistemas de tratamiento con sus ventajas y desventajas	57
Tabla 8. Características para el diseño de la trampa de grasas	62
Tabla 9. Dimensiones de la trampa de grasa Pinturas Every S.A.S.....	64
Tabla 10. Inversión.....	69

RESUMEN

PLAN PILOTO DE NUEVO DISEÑO PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAVADO EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE RESINAS DE LA EMPRESA PINTURAS EVERY S.A.S

Pinturas Every S.A.S es una empresa encargada de la fabricación de pinturas, revestimientos y resinas, en donde se cuenta con una problemática de generación de aguas residuales por procesos de lavado específicamente en el área de resinas, debido a esto el presente trabajo desarrolla una propuesta para el tratamiento y reúso de las aguas residuales de lavado, formulando un nuevo diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que se encuentra en las instalaciones dentro de la empresa, la cual no cuenta en la actualidad con ningún funcionamiento.

Esta agua sin tratar en algunos casos es vertida al suelo generando un impacto ambiental, en la actualidad, estas aguas son tratadas por una empresa externa la cual se encarga de la evacuación, transporte y disposición final, lo que genera costos operativos por su tratamiento.

En este trabajo se realizó una evaluación del estado actual de la PTAR de la empresa Pinturas Every S.A.S, seguido de una caracterización físico-química de las aguas para definir el tratamiento y poder lograr un nuevo diseño de la PTAR, teniendo en cuenta factores como costos e infraestructura existente de cada una de las operaciones unitarias que componen el sistema de tratamiento, buscando un mejor funcionamiento y logrando la mayor eficiencia de remoción de contaminantes, con el objetivo de obtener un tratamiento adecuado del efluente de agua residual proveniente del área de resinas.

Palabras clave: resinas, contaminación, tratamiento, remoción, reutilización

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas uno de los sectores que se ha apropiado en los mercados son las pinturas y las resinas, ya que la “Industria de la fabricación de pinturas y resinas tiene una amplia gama mundial debido a que está inmersa en todos los productos de la vía diaria” (Dursun & Sengul, 2006, pág. 2), como en el sector automotriz, arquitectónico, industrial, y artístico entre otros.

En Colombia por su desarrollo constante se ha generado mayor demanda de este tipo de productos, situando puntos de concentración de fábricas encargadas de este proceso en departamentos como Cundinamarca, Antioquia, Atlántico y Valle del Cauca, según lo menciona López .2015 dentro de su publicación acerca de las pinturas y revestimientos en la industria.

Por otro lado, al ser un producto de uso masivo genera grandes demandas de materias primas, las cuales contienen una amplia variedad de sustancias químicas que se utilizan para su elaboración, debido a su proceso se consumen cuantiosos volúmenes de agua, que de igual manera genera considerables volúmenes de agua residual y por la diversa variedad de sustancias químicas, estas salen con abundantes cargas contaminantes en sus aguas residuales, como se evidencia en la investigación de Fetecua & Barragán (2017) quienes afirman que “las aguas residuales presentan altos niveles de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅) en este tipo de industria”. (Pág. 49).

La empresa Pinturas Every S.A.S, la cual es una empresa especializada en la fabricación y comercialización de pinturas y resinas, con una experiencia de más de 45 años, actualmente ubicada en el municipio de Madrid Cundinamarca, sobre el Km. 1.8 vía Madrid – Subachoque ver Fig. 1., genera enormes cantidades de aguas residuales producto de las actividades de lavado de reactores, instalaciones, y otros equipos utilizados en la fabricación de resinas de tipo alquídicas y nitrogenadas, dichas aguas no cumplen

Resolución 0631 del 2015, por falta de procesos y tecnologías que realicen tratamientos físicos y químicos de estos efluentes.

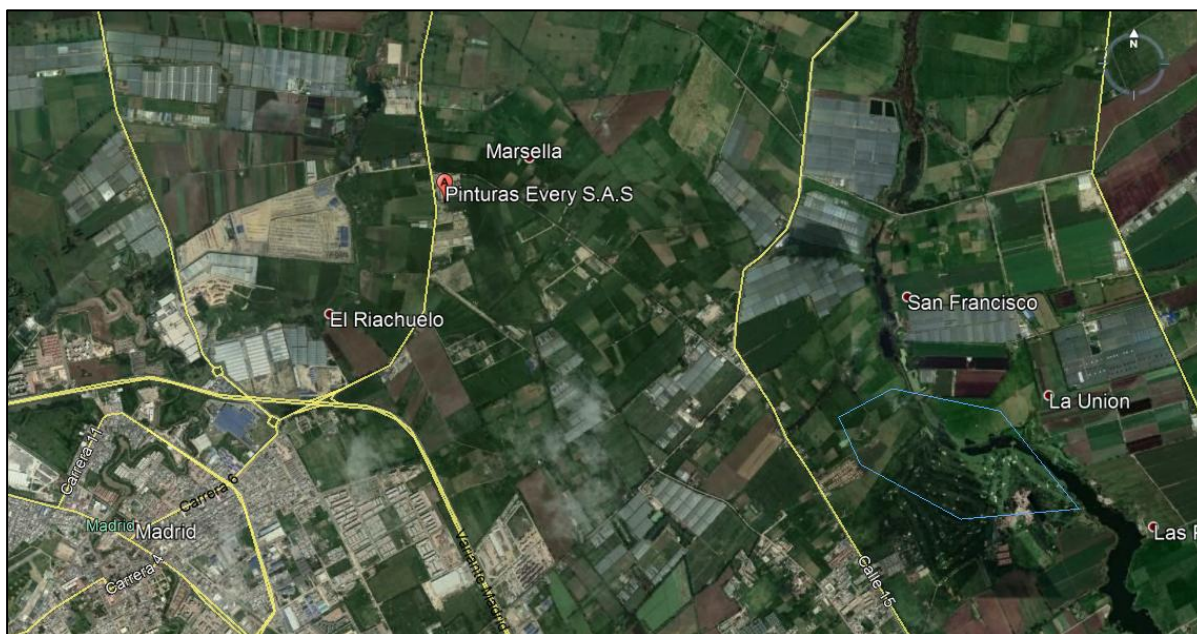


Fig. 1. Ubicación Pinturas Every S.A.S, Google Earth, 2019. Recuperado de:

<https://www.google.com/maps/@4.7505142,-74.2550655,15z>

Este trabajo tiene como objetivo realizar un nuevo diseño de la PTAR dentro de la empresa para el tratamiento de las aguas residuales de lavado, mediante la evaluación de las condiciones actuales de la PTAR, donde se verificó el estado de todos los elementos, como lo fueron los equipos y la infraestructura, seguido de la caracterización de las aguas para verificarlos parámetros más críticos a tener en cuenta, que no cumplen la resolución 0631 del 2015 y establecer cuáles son los procesos unitarios que disminuyan las cargas contaminantes.

Con el fin de lograr el mejor diseño para el tratamiento de aguas residuales industriales provenientes de los lavados generados en la producción de resinas en la empresa Pinturas Every S.A.S, se propone una alternativa de tratamiento la cual logrará reducir los costos de disposición final de las aguas residuales generadas por el proceso de lavado en la fabricación de resina.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, la generación de productos químicos sintéticos ha tenido un aumento significativo y tienen gran relevancia en la vida moderna como lo plantean los autores Ahmadi, Amiri, & Martínez, (2019); dentro de estos productos se encuentran los obtenidos a partir de resinas las cuales son productos que por su composición y estructura química presentan un alto grado de toxicidad ambiental en diversas etapas del ciclo de vida de los productos.

La empresa de Pinturas Every S.A.S, en la que se desarrolló este trabajo, no cuenta con un sistema de alcantarillado adecuado, debido a que la empresa se encuentra dentro de una ubicación rural y poco industrializada, de manera que el municipio no ha planificado la construcción de estos sistemas por esa zona, por lo cual, la empresa de Pinturas Every S.A.S tiene que buscar diferentes alternativas de evacuación de sus aguas residuales.

Debido a lo anterior, las aguas residuales son almacenados en isotanques o cajas de contención y posteriormente son entregados a una empresa externa para que realice el tratamiento y disposición adecuada, sin embargo, en algunos casos se realizan vertimientos al suelo, dichas aguas residuales que provienen del lavado de tanques en la fabricación de resina, las cuales, trasladan al suelo los residuos químicos que provienen de las materias primas empleadas en la elaboración de esos productos, según Dey et al (2004) “debido al grado variable de productos químicos utilizados, el agua residual contiene concentraciones apreciables de DBO₅, demanda química de oxígeno (DQO), suspendida Sólidos, compuestos tóxicos y colorantes” (pág. 2).

En los casos en que se realiza vertimientos de agua residual industrial sin tratar, López Paredes, (2015) señala dentro de su publicación que “ se aportan contaminantes al suelo y cuando éste está asociado a un acuífero, puede contaminar las aguas subterráneas con metales pesados y compuesto orgánicos tóxicos” (Pág. 9), cuando se disponen por la

empresa encargada para su disposición, ocasiona costos elevados, debido que el proceso de lavado genera en promedio 4.000 Kg aproximadamente de agua residual al mes, infiriendo en los gastos de contratación, por un valor de 240 pesos/Kg.

Al no realizar el tratamiento de este efluente dentro de las instalaciones de Pinturas Every S.A.S, se genera un gasto promedio de \$ 960.000 mensual y un gasto de \$ 11.520.000 al año, donde se puede invertir optimizando los procesos de tratamiento de las aguas residuales en la industria de la pintura, eliminando el gestor encargado de la disposición final del efluente contaminado y evitando vertimientos al suelo que producen un impacto ambiental negativo al recurso.

3. JUSTIFICACIÓN

Los residuos líquidos industriales sin ningún tratamiento y que son provenientes de la fabricación de pinturas y resinas, presentan una alta carga contaminante Según, Aboulhassan, Souabi, Yaacoubi, & Baudu, (2006), dentro de su revisión acerca del mejoramiento de la coagulación de efluentes de pintura utilizando coagulantes naturales y sintéticos, encontró que las concentraciones reportadas en los diferentes estudios consultados sobre los parámetros claves de las aguas industriales en la fabricación de pintura y resinas oscilan entre un DBO_5 de 588 y 9.687 mg/L y un DQO entre 1.632 y 23.390 mg/L , rangos que son similares a la caracterización fisicoquímica del agua residual generada por la empresa Pinturas Every S.A.S las cuales DBO_5 3.643 mg/L y DQO 1.211 mg/L , rangos altos comprobando la gran carga contaminante que le proporciona todas las sustancias químicas que están mezcladas en el agua residual.

Estos valores que se encontraron reportados en la revisión demuestran que los afluentes de agua residual de este tipo de industria, no cumple con los parámetros permisibles para el cumplimiento de la resolución 0631 del 2015, los cuales son valores que oscilan entre los 400 mg/L para la DBO_5 y a 800 mg/L para la DQO respectivamente.

La empresa de Pinturas Every S.A.S en la que se desarrolló este trabajo, cuenta con una planta de tratamiento de agua residual industrial que debido a un mal manejo no se encuentra en operación actualmente y debido a eso, parte de sus residuos líquidos industriales son vertidos al suelo sin tratamiento alguno, mientras que otros son almacenados para ser entregados a la empresa Acción Ambiental e Ingeniería S.A.S para que se encargue de su tratamiento y disposición final.

Por esta razón, Se busca realizar aportes significativos que responda el interrogante de ¿Qué combinación de procesos unitarios permitirán el tratamiento de las aguas de lavado generadas en el proceso de fabricación de resinas?, en donde Dichos aportes le permiten conocer aspectos a tener en muy relevantes a tener en cuenta como, la viabilidad de tratar

las aguas internamente o seguir disponiéndose con un gestor encargado de su tratamiento y disposición final.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general.

Desarrollar un plan piloto de nuevo diseño de procesos unitarios para el tratamiento de las aguas residuales de lavado en el área de fabricación de resinas en la empresa Pinturas Every S.A.S

5.2 Objetivos específicos.

1. Diagnosticar el estado actual de los elementos unitarios que componen la PTAR de Pinturas Every S.A.S
2. caracterizar las aguas de lavado proveniente del proceso de la fabricación de resinas
3. Generar un nuevo diseño de procesos unitarios para la PTAR, y así lograr un tratamiento más adecuado para tratar las aguas residuales industriales
4. Definir el plan de inversión para la puesta en marcha del nuevo diseño y mejora.

6. MARCO TEÓRICO

La empresa Pintura Every S.A.S elabora diversos productos para proteger y dar acabados en diversas superficies como madera, metal, plástico, concreto etc. Este trabajo se centra en los procesos para producir resinas las cuales son compuestos de tipo orgánico y permiten elaborar una gran cantidad de los productos que comercializa la empresa.

6.1 RESINAS

La resina es utilizada como materia prima para la fabricación de pinturas, para el recubrimiento de diferentes superficies como lo son hierro, hormigón, madera, PVC, etc., para su protección, por este motivo es ampliamente comercializada, en el mercado podemos encontrar que "existen dos tipos de resinas las naturales que se obtienen del proceso metabólico de plantas coníferas y las sintéticas que se desarrollan por medio de uso de reactivos que proporcionan propiedades mecánicas, eléctricas, ópticas, etc. según su aplicación" (Vallejos, 2010 Pág. 3).

Las resinas sintéticas, las podemos definir según Garcia (2009) como "una macromolécula o sustancia que experimenta un proceso de polimerización que está compuesta por unidades más pequeñas denominadas monómeros" (Pág. 85), es decir la unión de varias moléculas en una sola, para la empresa Pinturas Every S.A.S se fabrican dos tipos de resinas las cuales son las siguientes.

6.1.1 Resinas alquídicas.

Las resinas alquídicas, son las resinas sintéticas más utilizadas a nivel mundial para la producción de todo tipo de recubrimientos, y afirma, Fetecua & Barragán, (2017), que "básicamente es una resina de poliéster modificado con aceites refinados o ácidos grasos altamente insaturados los cuales son la materia prima más importante del proceso" (Pág. 22).

6.1.2 Resinas urea-formaldehído.

Las resinas de urea-formaldehído es otro de los tipos de resinas que más se comercializa, Vallejos (2010), Describe en su publicación que esta resina es una “condensación que es obtenidas a través de la reacción entre la urea (un cristal sólido que se obtiene a partir de amoníaco) y del formaldehído (un gas altamente reactivo obtenido a partir de metanol), que suele estar catalizada por cloruro de amonio.” (Pág. 3), es principalmente como adhesivos para el encolado de madera contrachapada, tableros de partículas y otros productos de madera estructurada.

6.1.3 producción de resina en la empresa Pinturas Every S.A.S

La empresa maneja una programación de ventas sistematizada, donde se planifica la planificación de la cantidad de materia prima necesaria para la producción de un lote de resina, donde se involucra la parte humana con la interacción de los procesos mecánicos, los operarios tienen la responsabilidad de la revisión y alistamiento de la materia prima necesaria para dar inicio a su preparación. “El reactor se calienta con aceite térmico que circula a través de un serpentín, este es suministrado desde una caldera que funciona con gas natural y energía eléctrica” (Li et al., 2018 Pág. 15).

El mezclador del reactor funciona a través de un sistema hidráulico, este es cargado con la materia prima previamente pesada y dosificada según lo indica la receta de la empresa Pinturas Every S.A.S. seguido de un control del proceso según este estipulado para cada tipo de resina producida controlando variables como; temperatura, destilado, viscosidad y acidez, una vez se realiza la preparación de otra resina con referencia y características, es necesario lavar los equipos y reactores para nuevamente agregar materias primas para la preparación generando una fracción de agua residual.

6.2 AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL

las actividades industriales como todas las otras actividades económicas demandan recursos para su elaboración, entre los principales encontramos el agua, ya que el agua es principal para todo los procesos como son desde su elaboración hasta la limpieza, debido a estos al demandar grandes cantidades de agua se generan grandes cantidades de aguas residuales, que según Espigares & López, (1985), por ser aguas provenientes de actividades industriales que utilizan gran variedad de sustancias entre sintéticas y naturales, las aguas residuales e cuentan con alta carga contaminante y tiene que ser sometidas a procesos especiales para sus tratamiento (Pág. 10).

6.2.1 Agua residual de la industria de la pintura

Las aguas residuales provenientes de la fabricación de pintura, resinas y otros revestimientos se generan por los procesos de proceso de limpieza de equipo de fabricación, estas aguas pueden contener diferentes compuestos utilizados como materia prima en la fabricación como lo son Aglutinantes, colorantes, agentes emulsionantes, pigmentos, disolventes y aditivos y dice Li et al., (2018) que se “caracterizan por una alta concentración de sustancias biológicas orgánicas altamente tóxicas y altamente tóxicas. Contaminantes, que tienen efectos adversos sobre la vida acuática y la salud humana” (pág. 22), para ellos se necesita diferentes tipos de tratamiento.

6.2.2 Tipos de tratamiento

El tratamiento de las aguas residuales se compone de diferentes procesos físicos, químicos y biológicos, los cuales tienen como finalidad remover o disminuir la carga de contaminantes presentes en el agua, para hacer un correcto tratamiento se debe hacer una caracterización previa del estado de las aguas a tratar para evaluar los parámetros como pH, temperatura, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), sólidos en suspendidos totales , aceites y grasas, para evaluar que tratamiento es

necesario para su depuración, debido a las diferentes cargas contaminantes las aguas residuales se requieren varios procesos desde uno primario hasta uno terciario o en algunos casos más específicos.

Antes de conocer los procesos debemos entender los parámetros a evaluar mencionados en el párrafo anterior, en donde encontramos que uno de los parámetros es el pH. Garcia (2011) afirma que “ El pH es Medida convencional que permite expresar la concentración de iones hidrógeno dentro de una sustancia” (Pág. 46), en donde nos indica que tan ácido o básico puede llegar una sustancia.

Otro de los parámetros más claves en el tratamiento de aguas residuales son DBO₅ y DQO, estos nos indica la cantidad de oxígeno que requiere un compuesto para ser degradado ya sea químicamente o biológicamente.

Esto significa que, la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), mide la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos en la oxidación química de la materia orgánica contenida en la muestra de agua, durante un intervalo de tiempo específico (5 días) y a una temperatura determinada $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ (Navarro , 2007, Pag. 2).

Rodriguez, (2007) refiere que “La Demanda Química de Oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la sustancia orgánica e inorgánicas disueltas en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante como lo es el bicromato de potasio, temperatura y tiempo. (Pág. 2)

Por otro lado también encontramos parámetros importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar, debido a que estos nos indican los procesos unitarios que se requieren para la depuración o eliminación del contaminante presente en el agua residual, como también lo son los sólidos suspendidos totales que según Hernandes (2007) “los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual” (Pág. 3).

Por último, tenemos a las grasas y aceites que al igual que los anteriores es un parámetro importante en donde nos indica la cantidad de grasa o aceite que tiene inmersa el agua por presencia de diferentes agentes que causan estas características a los afluentes, después de conocer los parámetros claves, podemos pasar a los tipos de tratamiento en donde son removidas las cargas contaminantes y se disminuye los parámetros hasta tal punto donde se puede cumplir con la resolución 0631 del 2015.

6.2.3 Tratamiento primario.

En la depuración de aguas residuales encontramos el primer tipo de tratamiento denominado tratamiento primario que consiste en la remoción de sólidos como lo describen en el libro de química ambiental, según (Manahan , 2007) afirma:

Consiste en la eliminación de materia insoluble como arenas, grasas, aceites, espumas del agua y se consideran los más sencillos en la limpieza del agua y tiene la función de preparar el agua, estos tratamientos son cribado o las mallas de barreras, eliminación de grasas y la sedimentación (Pág. 209).

Cuando tenemos un tratamiento primario en el proceso de eliminación de contaminantes en la planta de tratamiento logramos garantizar la disminución de carga contaminante que es suministrada por los materiales insolubles presente en el efluente residual.

Uno de los procesos del tratamiento primario que genera mayor relevancia para este proyecto es la trampa de grasas y aceites, se dice que son “Son tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior” (RAS, 2000, Pág. 2).

Para el diseño de una trampa de grasa es pertinente tener en cuenta el caudal, se define como la cantidad de agua que fluye a través de una sección transversal, se expresa en volumen por unidad de tiempo y se utiliza la fórmula empleada en el libro de I. Martín, R.

Salcedo, R. Font, mecánica de fluidos del 2011 en donde se divide el volumen de la cantidad de agua por el tiempo en que pasa por la sección transversal

Ecuación 1.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dónde:

Q= Caudal en litros por segundo (m^3/s)

V= Volumen en litros (m^3)

t= Tiempo en segundos (s)

A partir de un caudal el RAS 2000 EN EL TITULO, Emplea parámetros de diseño que se deben tener en cuenta para la elaboración y construcción de una trampa de grasas y aceites y las ecuaciones relacionadas se recuperaron de la publicación de los autores SIERRA, Deily y ALBARRACIN, Carolina. De la publicación, Diseño e implementación de una unidad piloto de tratamiento biológico no convencional para los vertimientos generados en el matadero de Macanal (Corpochivor). Bogotá D.C 2005

Volumen del sistema

Ecuación 2

$$V = Q * Tr * 60s$$

Dónde:

V= Volumen del sistema (m^3)

Q= Caudal de diseño (m^3)

Tr = Tiempo de retención (min)

Área superficial.

Ecuación 3.

$$As \frac{Q}{qs}$$

Dónde:

Q = Caudal de diseño (m³/s)

qs = Carga superficial (m³/s)

As = Área superficial (m²)

Teniendo en cuenta la relación Largo: Ancho obtenida del RAS 2000 título E, esta se asume 1:4 para este caso.

$$L = 4b$$

$$A = 4b * b$$

$$A = 4 * b^2$$

Ancho requerido en el equipo

Ecuación 4.

$$b = \sqrt{A/4}$$

Altura requerida en el sistema de grasas y aceites

Ecuación 5.

$$h \frac{V}{A}$$

Dónde:

$L =$ Longitud (m)

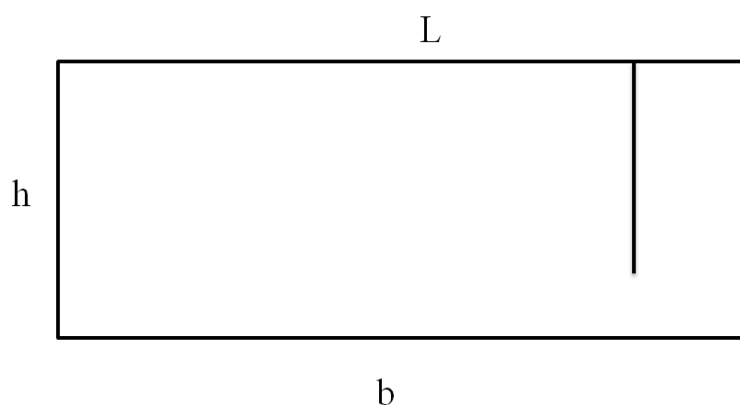
$b =$ Ancho (m)

$A =$ Área (m^2)

$V =$ Volumen del sistema (m^3)

$h =$ Altura (m)

en el siguiente esquema podemos ver las dimensiones de la trampa de grasa para tener una mejor visualización a la hora de diseñar



Esquema 1. Medidas de referencia de la trampa de grasas, fuente propia, 2019

A continuación, se establece el dimensionamiento del Bafle o Tabique que debe tener la Trampa de Grasa para hacer que el proceso de flotación de la grasa existente y sedimentación de los sólidos presentes, sea más eficiente, cabe resaltar que estos parámetros se tomaron de acuerdo a la información suministrada por un experto en el tema, como fueron los autores SIERRA, Deily y ALBARRACIN, Carolina. De la publicación, Diseño e implementación de una unidad piloto de tratamiento biológico no convencional

para los vertimientos generados en el matadero de Macanal (Corpochivor). Bogotá D.C
2005

- Ubicación del Bafle (U_b): Se debe encontrar en la parte superior, un 75% del largo de la Trampa de Grasa desde la entrada.

Ecuación 6.

$$U_b = 0,75 * L$$

- Altura del Bafle (H_b): Corresponde a un 90% de la Altura de la Trampa de Grasa.

Ecuación 7.

$$H_b = 0,90 * h$$

- Espacio entre Bafle y Fondo: Este espacio equivale a un 10% de la Altura de la Trampa de Grasa.

Ecuación 8.

$$E_{bf} = 0,1 * h$$

Para la ubicación de la Tubería se tuvo en cuenta las siguientes indicaciones:

- Ubicación de la tubería: Se debe encontrar a un 50% del ancho de la Trampa de Grasa.

Ecuación 9.

$$U_{tub} = 0,5 * b$$

- Altura de la tubería de entrada: Corresponde al 35% de la altura de la Trampa de Grasa.

Ecuación 10.

$$H_{etb} = 0,35 * h$$

- Caída de la tubería de entrada e ingreso de la tubería de salida: Representan el 22% de la altura de la Trampa de Grasa.

Ecuación 11.

$$H_b/H_{sitb} = 0,22 * h$$

De esta manera se puede diseñar una trampa de grasa con bafle para la remoción de las grasas y aceites pasando a los tratamientos secundarios.

6.2.4 Tratamiento secundario.

Los tratamientos secundarios son el siguiente paso de un largo proceso de depuración de aguas residuales donde Vaca et al., (1996) afirma que:

El tratamiento secundario tiene como objetivo de limpiar el agua de aquellas impurezas cuyo tamaño es mucho menor los cuales no pueden ser atrapados en el tratamiento primario como son la aireación, coagulación/ floculación, sedimentación para ello, los sistemas se basan en métodos mecánicos y biológicos combinados, estos sistemas manejan aspectos biológicos físicos y químicos (Pág. 9)

Del tratamiento secundario nos interesaremos más es la coagulación /floculación. En donde encontramos que la coagulación según Cárdenas, (2000) afirma que:

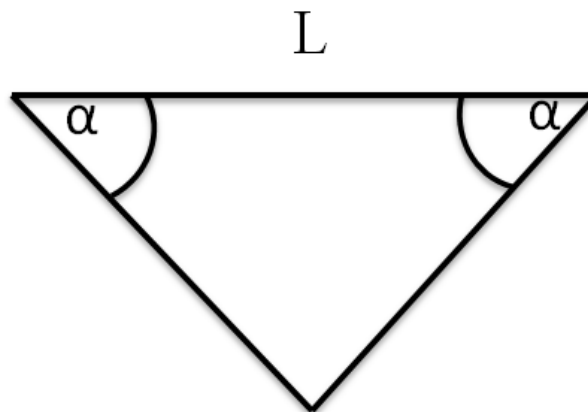
Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos como lo son el hidróxido de hierro o aluminio y la aplicación de la energía de mezclado. (Pág. 7)

Giraldo (1995), se refiere a que la floculación como un 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 (pág. 19)

Entendiendo a que se refiere estos procesos, se sabe que es un proceso combinado en la cual se unen partículas de un peso menor hasta formar una de mayor peso, para lograr una sedimentación la cual entendemos sedimentación como “es el proceso en que las partículas más pesadas que el agua, que se encuentran en su seno en suspensión, son removidas por la acción de la gravedad.” (Perez, 200, Pag. 3), para una sedimentación adecuada se debe tener un equipo adecuado, para que esto se logre de manera óptima, para esto se desarrollan tolva de sedimentación con inclinaciones adecuadas para el fácil deslizamiento de estos, para un diseño de una tolva de sedimentación, para los ecuaciones de diseño se puede referirse a la siguiente publicación diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales con tecnología de lodos activos, para la parroquia de san José de ayora, Cayambe de universidad politécnica salesiana sede quito debido a lo práctico y fácil que se puede diseñar y acoplar al sedimentador que ya se tiene

Ecuación 12.

$$M = L * \text{Tan} (\alpha)$$



Esquema 2. Dimensiones de referencia para la tolva, fuente propia, 2019

Dónde:

α : ángulo de inclinación para la Tolva

L: largo del reactor, [m]

M: Lado de la tolva, [m]

El volumen piramidal y posteriormente el tiempo de vaciado de esta.

Ecuación 13.

$$V_{tolva} = \frac{a * M * L}{3}$$

V_{tolva} : Volumen piramidal de la tolva, m^3

Ecuación 14.

$$Q_{sólido} = Q_{líquido} * ST \quad (8)$$

Dónde:

Sólido: Parte del caudal agua residual que contiene sólidos, [$m^3/día$]

Líquido:

Parte del caudal de agua residual que es netamente líquido, [$m^3/día$]

ST: Cantidad de sólidos totales, [g/L]

Ecuación 15 Volumen piramidal de la tolva

$$t_v = \frac{V_{tolva}}{Q_{sólido}}$$

Dónde:

Tiempo de vaciado: t_v , [día]

V_{tolva} : Volumen piramidal de la tolva, [m^3]

$Q_{\text{sólido}}$: Parte del caudal agua residual que contiene sólidos, [m³/día]

6.2.5 Tratamiento terciario.

Los tratamientos terciarios son la última etapa del proceso donde el agua llega con una carga contaminante mínima y se encarga de, “eliminar la carga orgánica residual y aquellas sustancias que no fueron eliminadas en su totalidad en tratamientos secundarios, generalmente se emplea métodos como la oxidación y filtración para retener las últimas partículas” (Fetecua & Barragán, 2017, Pág. 28).

La oxidación química hace parte de este tipo de tratamientos, debido a que es un proceso en donde la materia contaminante presente el agua se oxida

Esto significa que, se utilizan radicales hidroxilos (radicales OH) como oxidante. La característica fundamental de los radicales es la existencia de un electrón libre único en lugar de una pareja de electrones. Esto se expresa con un punto en la fórmula (OH).

Este electrón confiere al radical OH su gran reactividad. Los radicales OH son agentes oxidantes muy potentes que son capaces de oxidar casi cualquier sustancia orgánica.

(Forero & Ortiz, 2005, Pag 101).

Debido a esto nos centramos en este tipo de tratamiento de igual manera, la filtración es otro proceso en que nos centramos debido a la importancia de su remoción y clarificación y que ya es el último proceso para remover todo los contaminantes y cumplir con la normativa vigente (0631 del 2015).

Ya en este último tratamiento nos centraremos en la filtración Según Di Bernardo (1993) afirma que:

La filtración es considerada como uno de los procesos más importantes en los tratamientos de aguas, debido a que es el proceso final de remoción de sólidos suspendidos realizado en una planta de tratamiento y, por tanto, es el principal responsable de la producción de agua con calidad., este proceso consiste en la

separación de partículas (en suspensión o coloidales) de un líquido mediante el escurrimiento por un medio poroso (Pág. 6)

En la filtración se manejan varios medios filtrantes uno de estos es el carbón activo el “cual es un material carbonoso con una estructura cristalina que hace que sea extremadamente poroso” (Silupu & Solis, 2017, Pag 38.), y logra retener partículas que generan características organolépticas como olor y sabor.

7. METODOLOGÍA

El objetivo principal de este trabajo se centró en la generación de un nuevo diseño de procesos unitarios para el tratamiento de las aguas de lavado del proceso de la fabricación de resinas, en donde se realizó una metodología de investigación para la verificación de su estado actual y los procesos unitarios necesarios para la disminución de la carga contaminante, teniendo en cuenta la caracterización y comparación con la resolución vigente como primer paso para cumplir el objetivo realizado:

1. Generalidades de la PTAR

Se realizó una descripción general de los procesos unitarios, descripción de sus componentes individuales y sus características, con el fin de conocer todo el funcionamiento del sistema, la información fue recolectada del manual de diseño PTAR suministrado por la Empresa Tratar Aguas S.A.S, donde se relaciona especificaciones de diseño y características de cada componente.

2. caracterizar las aguas de lavado proveniente del proceso de la fabricación de resinas

La realización de la caracterización de las aguas se realizó mediante un laboratorio externo, certificado y capacitado para el levantamiento de este tipo de información, donde se realizó su respectiva requisición del servicio, su receptiva orden de compra, a la hora de realizar el muestreo se procedió a realizar una muestra representativa de las dos cajas de contención de las aguas de lavado, para sus respectivos análisis y comparación con la resolución 0631 del 2015, realizado la respectiva supervisión y seguimiento del todo el procedimiento.

3. Verificación del estado actual de la PTAR

La verificación del estado actual de cada elemento unitario se realizó mediante revisión directa de inspecciones en sitio, pruebas de cada equipo para verificar su funcionamiento en

base a las recomendaciones que tiene el manual y concepto técnico de las personas especializadas del área de mantenimiento.

Para esta verificación no se contó que los equipos se encontraban con sustancias en su interior lo cual generó sobretiempos, en donde se realizó la contratación de una empresa externa para la succión mediante bomba de vacío y poder generar una inspección de todos los elementos de una manera más detallada y segura.

4. Generar un nuevo diseño de procesos unitarios para la PTAR.

En base a la caracterización y el análisis del estado actual de los elementos unitarios logramos generar un diseño basado en diferentes criterios como los son:

- La caracterización de las aguas
- La infraestructura existente
- Los cálculos experimentales, de diseños de las unidades requeridas

Logrando así la combinación de procesos unitarios adecuados para el tratamiento específico de las aguas de lavado.

5. Definir el plan de inversión para la puesta en marcha del nuevo diseño y mejora.

Después de efectuar el nuevo diseño, se realizó cotización de todos los elementos necesarios para la puesta en marcha, para ellos se contacta con proveedores especializados en tratamiento de agua para realizar la cotización del respectivo equipo o arreglo para la generación del plan de inversión

7.1 GENERALIDADES

El sistema de tratamiento de agua residual industrial compuesto por una planta de tratamiento primario y secundario, unidades de filtración - adsorción y ósmosis inversa como tratamiento terciario con capacidad de 0,27 L/s instalado en la planta de producción de Pinturas Every S.A.S ubicado en el Kilómetro 1,8 vía Madrid - Subachoque.



Fig. 2. PTAR Pinturas Every S.A.S, 2019, Fuente propia

Las PTAR de la empresa Pinturas Every S.A.S se encontró en unas condiciones muy deterioradas debido al abandono y falta de mantenimiento periódico que es obligatorio para un óptimo funcionamiento, ya que desde el 2015 la planta no se encuentra en operación.



Fig. 3. PTAR Pinturas Every S.A.S, 2019, Fuente propia

7.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El tratamiento se compone de procesos y unidades tales como:

TRATAMIENTO PRIMARIO

- Coagulación (Mezcla rápida)
- Floculación (Mezcla lenta)

TRATAMIENTO SECUNDARIO

- Sedimentación
- Homogenización

TRATAMIENTO TERCIARIO

- Filtración (Arenas y Zeolita)
- Adsorción (carbón activado)
- Ultrafiltración (ósmosis inversa)

7.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA PTAR

ELEMENTOS QUE COMPONEN LA PTAR

- TANQUE DE IGUALACIÓN
- BOMBA DE ALIMENTACIÓN
- 3a BOMBA DOSIFICADORA DE COAGULANTE
- 3b BOMBA DOSIFICADORA DE FLOCULANTE
- 3c BOMBA DOSIFICADORA DE SODA
- COAGULADOR O CONO DE MEZCLA
- FLOCULADOR
- SEDIMENTADOR
- BOMBA DE PRESIÓN
- FILTRO MIXTO DE ARENAS
- FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO
- ÓSMOSIS INVERSA
- TANQUE DE LODOS
- TUBERÍAS

7.2.1 TANQUE DE IGUALACIÓN

Este tanque de igualación es usado para una estabilización y mezcla de las diferentes aguas residuales, donde se quieren generar flujos de caudales con características similares para suministrar solo una corriente de flujo para el tratamiento.

Característica del tanque

- Tipo: Tanques cónicos para almacenamiento de agua.
- Contiene: Tapa, tanques y accesorios de entrada y de salida.
- Características: Doble capa, una Capa exterior en negro o azul para evitar el paso de los rayos ultravioleta, otra capa interior clara en tanques negros para facilitar la inspección de líquidos y oscura en tanques de color para prevenir crecimiento de microorganismos.
- Capacidad: 2.000 Litros.
- Color: Negro.
- Medidas Tanque: Ancho 1520 mm x Alto 1550 mm.
- Medidas Tapa: Ancho 1585mm x Alto 280 mm.



Fig. 4. Tanque de Igualación, 2019, Colempaques recuperado de:

<https://www.colempaques.info/lp/?gclid=EAIaIQobChMIpeev0sjs5QIVh4NaBR0IawSIEAAYASAAEgLIzf>

D_BwE

7.2.2 Bomba de alimentación

Las bombas son máquinas en las cuales se produce una transformación de la energía mecánica en energía hidráulica (velocidad y presión) comunicada al fluido que circula por ellas, esta se utiliza para bombear del tanque de igualación hasta el sistema de floculación.

PARTES DE LA BOMBA

- Cuerpo de la bomba
- Soporte
- Rodete
- Eje motor
- Sello mecánico
- Rodamientos
- Condensador
- Motor eléctrico

Según el manual de la bomba se recomienda trabajar con agua limpia y está diseñada para uso doméstico.

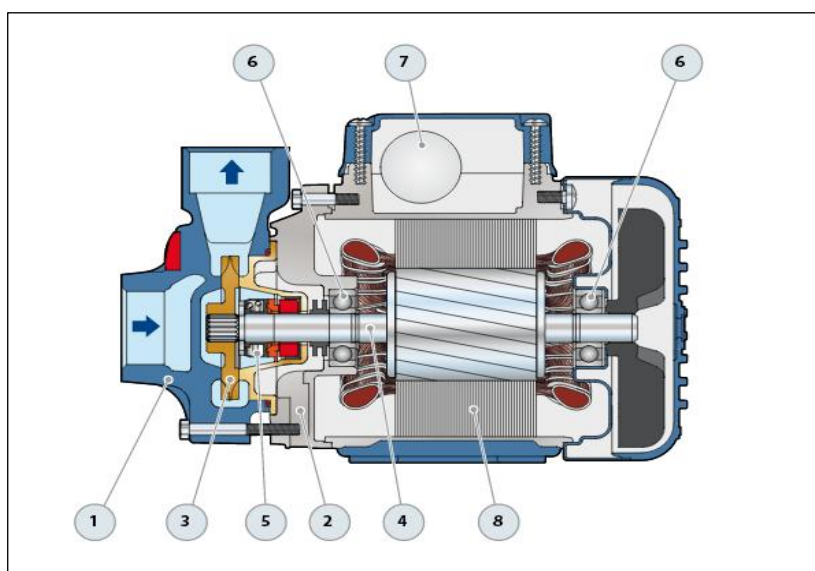


Fig. 5. Partes de una bomba centrífuga (Martin, 2011, p 11)

7.2.3 Bombas dosificadoras

Las bombas dosificadoras de diafragma son usadas para administrar fluidos o químicos esto se logra por un mecanismo electromagnético (solenoides) que es conectado al diafragma. Cuando el solenoide es impulsado por el control del circuito, éste mueve el diafragma mediante el uso de válvulas check, mueve el fluido bajo presión hacia la descarga. Cuando el solenoide es desenergizado regresa el diafragma y bombea más líquido dentro de la cabeza de la bomba y el ciclo se repite, estas son usadas para la dosificación de coagulantes, floculantes y estabilizadores de pH

BOMBAS DOSIFICADORAS

- 3a Bomba dosificadora de coagulante
- 3b Bomba dosificadora de floculante
- 3c Bomba dosificadora de soda



Fig. 6. Bomba Dosificadora DosiQuimicos, 2019, Recuperado de: <http://www.dosiquimicos.com/>

Características de la bomba dosificadora

Tabla 1. Características de las bombas dosificadoras SOKE

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Tipo dosificación (m)	Diafragma - peristáltica
Caudal máximo dosificación (L/s)	5-3
Coagulante	Hidroxiclورو de aluminio
estabilizante de pH	Soda cáustica
Polímero	Ultrafloc
Marca	SEKO
Material de construcción	poliglass
Adiciones	Válvula filtro de pie, purga y manguera 5/8".

La tabla 1 muestra las especificaciones técnicas de las bombas dosificadoras usadas en el tratamiento de aguas

7.2.4 Coagulador o cono de mezcla

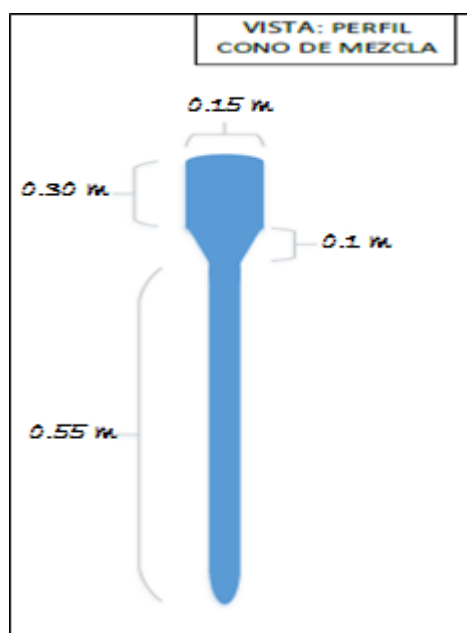


Fig. 7. Cono de mezcla (Tratar Aguas, 2015, p.5)

Para llevar a cabo el proceso de coagulación la planta de tratamiento cuenta con un cono de mezcla rápida (Fig. 7), al cual ingresa el agua proveniente del tanque ecualización en forma tangencial en la parte cilíndrica a una cierta velocidad, lo que genera su rotación

alrededor del eje longitudinal del cono, formándose un movimiento descendente hacia el vértice inferior generando el fenómeno de la mezcla rápida

7.2.5 Floculador vertical

El Floculador tiene como objetivo generar flócs a partir de una agitación lenta, este es una estructura la cual consta de unas pantallas lo que reduce la velocidad del agua y genera un choque del agua con la pantalla, este tiene lugar tras someter a los microflóculos a una agitación lenta que permite la unión de estos en agregados mayores o flóculos, visibles a simple vista y con la suficiente cohesión y densidad para someterlos a la siguiente etapa de sedimentación

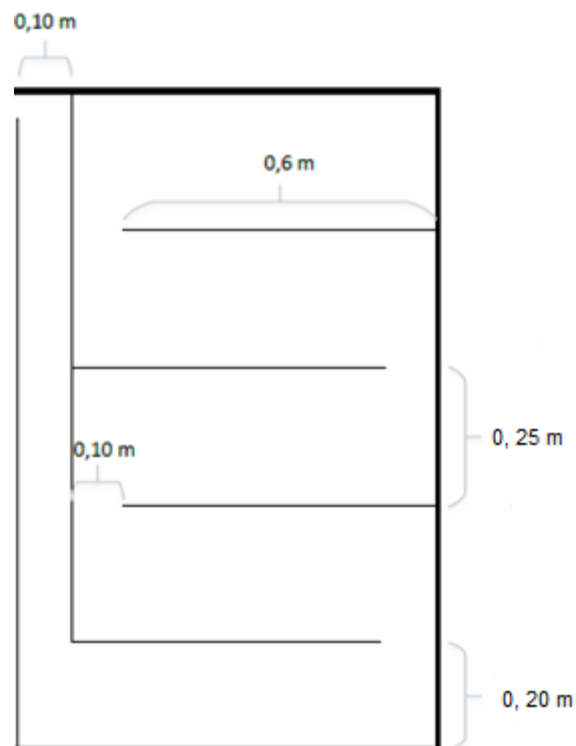


Fig. 8. Floculador vertical vista lateral derecha, (Tratar Aguas, 2015, p.5)

7.2.6 Sedimentador de alta tasa

Los sedimentadores de alta tasa son aparatos de sedimentación gravitacional que tiene periodos de retención no más de 15 minutos y una eficiencia comparable a los tanques de sedimentación rectangulares convencionales, este consta de un panel tipo colmena con módulos hexagonales de flujo ascendente, el módulo tipo panel se utiliza para que los lodos se deslicen por el panel para aumentar el área de sedimentación y cuenta con una inclinación de 60° grados para facilitar el deslizamiento de los lodos

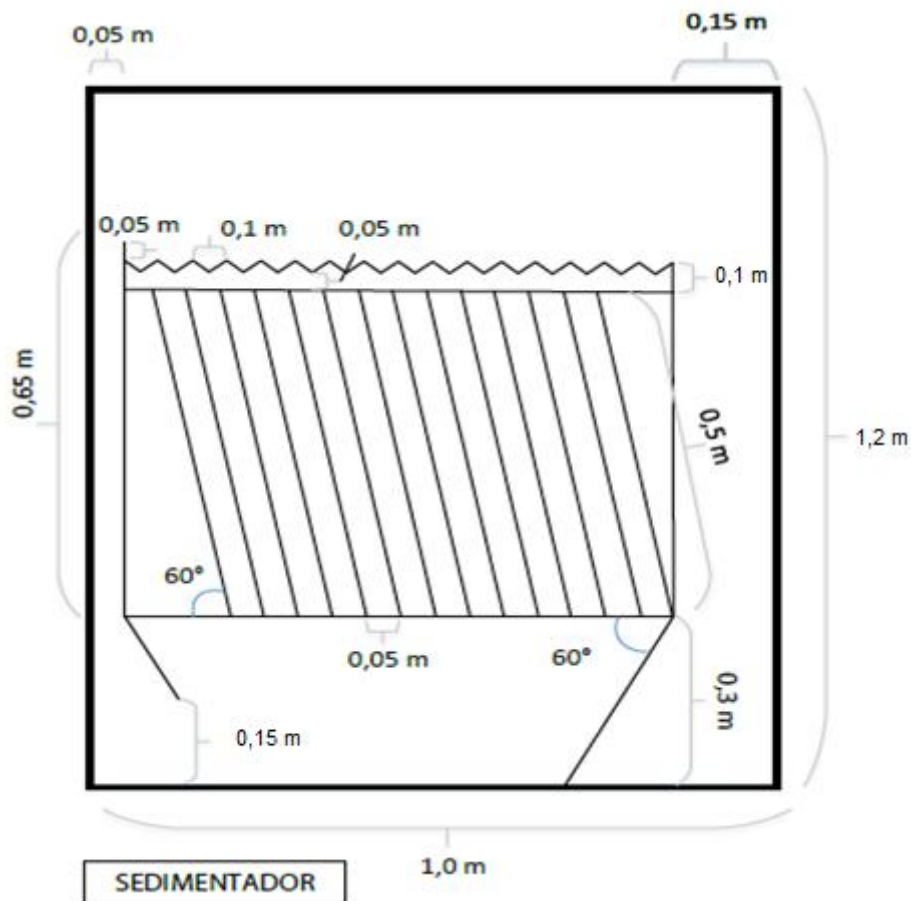


Fig. 9. Tanque sedimentador lateral derecha (Tratar aguas, 2015, p.5)

7.2.7 Filtro mixto de arenas

El filtro Multimedia está compuesto por arenas y zeolita los cuales son elementos que de manera natural tiene capacidades filtrantes de retención de materiales, y se utiliza para

retención final de sedimentos finos (menores a 50 micras) y tiene las siguientes características.

Tabla 2. Características del filtro multimedia

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Caudal (L/s)	0,27
Diámetro (m)	0,3048
Diámetro (pulg)	12"
Altura (m)	1,2
Lecho filtrante arena y zeolita (Kg)	20
Peso filtro lleno (Kg)	25
Material de construcción	poliglass
Adiciones	Válvula Fleck Entrada, salida, retrolavado y enjuague manual

Tabla 2 En esta tabla podemos encontrar las especificaciones del filtro multimedia

7.2.8 Filtro de carbón activado

El filtro de carbón activado tiene propiedades de absorber contaminantes que son los responsables de diferentes características organolépticas en el agua residual como lo son el olor, sabor, color en el agua y absorción de otros contaminantes gracias a su alta microporosidad, los filtros de carbón activado tienen las siguientes características.

Tabla 3. Características del filtro carbón activado

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Caudal (L/s)	0,27
Diámetro (m)	0,3048
Diámetro (pulg)	12"
Altura (m)	1,2
Lecho filtrante carbón activo (Kg)	20
Peso filtro lleno (Kg)	25
Material de construcción	poliglass
Adiciones	Válvula Fleck Entrada, salida, retrolavado y enjuague manual

Tabla 3 En esta tabla podemos encontrar las especificaciones técnicas filtro de carbón activado

7.2.9 Ósmosis inversa

La ósmosis es el fenómeno donde un solvente pasa a través de una membrana semipermeable de una disolución diluida a una concentrada para lograr un equilibrio iónico entre ambos lados de la membrana, en donde la parte de la energía en un sistema de ósmosis inversa es usada por bomba de agua que hace fluir el líquido por las membranas y vence la presión osmótica necesaria para hacer fluir el agua a través de la membrana semipermeable, en donde sólo las moléculas de agua pasan a través de la membrana dejando atrás los contaminantes presentes, en la naturaleza, este fenómeno se manifiesta en las paredes celulares, que regulan la hidratación de la célula y el intercambio iónico entre la célula y el espacio intersticial.

Tabla 4. Características osmosis inversa

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Caudal Unitario (L/s)	0,27
membranas (un)	4
Cartuchos (un)	12''
Marca membrana	Filmtec®
Adicionales)	carbón activado, control de baja presión, estructura metálica y línea de rechazo (desague)

Tabla 4 En esta tabla podemos encontrar las especificaciones técnicas de la osmosis inversa

8. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES



Fig. 10. Cajas de almacenamiento de aguas de lavado 2019, Fuente Propia



Fig. 11. Recolección de muestras 2019 Fuente Propia



Fig. 12. Toma de datos in situ y almacenamiento de muestras 2019, Fuente Propia

La caracterización fisicoquímica de los vertimientos generados en el proceso de lavado de tanques, donde se produce la resina, fue realizada por un laboratorio externo que se encuentra acreditado ante el IDEAM, el muestreo fue realizado por una Ingeniera Ambiental y las muestras se preservaron adecuadamente para su posterior análisis en el laboratorio.

Los parámetros en sitio fueron los siguientes

- Se tomaron datos en sitio como el pH, temperatura
- El caudal no se pudo medir debido que en el momento no se encontraba activo el proceso.

Tabla 5. Comparativo de la Resolución 0631 con los resultados obtenidos en el laboratorio AGQ labs

Parámetro	Valor actual del agua de lavado	Resolución 0631 del 2015
pH	6,39	6,00 a 9,00
DQO (mg/L O ₂)	1211	800
DBO ₅ (mg/L O ₂)	3643	400
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	800	200
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	0,9	2
Grasas y Aceites (mg/L)	936	20
Fenoles (mg/L)	0.189	0,2
Hidrocarburos Totales (mg/L)	15,3	10

Nota se compara la resolución 0631 del 2015 con la caracterización de laboratorio

8.1 MEDICIÓN DE CAUDAL

La alícuota hace mención a cada fracción de muestra individual expresada en volumen que forma parte de la muestra compuesta, el cálculo de cada una se realizó como se muestra a continuación:

- Cada 10 minutos se recolecto un 1 L de agua residual en un balda de un Litro
- Después de tener un tiempo y un volumen, se aplicó la ecuación 1 para el cálculo del caudal de diseño.

Para estimar el caudal se utilizó el método volumétrico haciendo uso de un balde, una probeta y un cronómetro; en donde cada 10 minutos se tomaba la medición hasta que el proceso de lavado finalizó, que tuvo una duración 40 minutos.

Tabla 6. Tiempos de muestreo y caudal de diseño

Tiempo (s)	volumen (L)	Caudal (L/s)
1,3	1	0,8
1,4	1	0,7
1,3	1	0,8
1,7	1	0,6
Promedio		2,8

Tabla 6. Se evidencia la toma de tiempos, el volumen de cada recipiente y el caudal para cada tiempo, con un promedio del caudal

$$Q_{\text{diseño}} = 2.8 \text{ L/s}$$

9.2 VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES UNITARIOS DE LA PTAR

9.1 TANQUE DE IGUALACIÓN

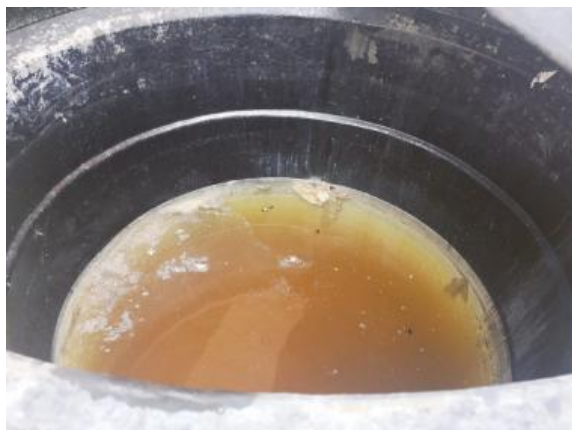


Fig. 13. Tanque de igualación estado actual 2019, Fuente Propia

El tanque de igualación de 2 m³ se encuentra lleno de aguas residuales industriales proveniente del proceso interno generado por el área de resina, donde las cargas contaminantes de este tipo de aguas son muy altas, debido a la presencia de compuestos como el formaldehído, ácidos grasos y demás sustancias químicas, el tanque se encuentra en buenas condiciones para ser nuevamente utilizado en el proceso de almacenamiento.

9.2 CONO DE MEZCLA



Fig. 14. Cono de mezcla estado actual 2019, Fuente Propia

El cono de mezcla rápida se encuentra en buenas condiciones, sucio por la falta de limpieza y aseo adecuado, no se encuentra fijo al tanque a la zona de mezcla rápida lo que causa que no se lleve una adecuada mezcla al interior del cono.

9.3 SEDIMENTADOR

Para verificar las condiciones del tanque de sedimentación, fue muy complicado debido a que se encontraba con un gran porcentaje de lodos tóxicos dentro del mismo, por eso se solicitó a la empresa Dragón solutions realizar la succión de los lodos tóxicos en un vector y así lograr verificar las condiciones en que se encuentra.



Fig. 15. Sedimentador estado actual 2019 Fuente Propia

Después de que se realizó la limpieza del tanque sedimentador se logró retirar el panel tipo colmena para su verificación y observar todas las superficies del tanque, y se encontró que el taquen de sedimentación se encuentra con fisuras en la parte derecha lo cual genera que el flujo no sea el adecuado y puede provocar que genere resuspensión de las partículas y pierda su óptimo funcionamiento.

9.4 PANEL TIPO COLMENA



Fig. 16. Panel tipo colmena estado actual 2019, Fuente Propia

El panel tipo colmena se encuentra en muy mal estado debido al deterioro y falta de mantenimiento, fue debilitando por el paso de aguas contaminadas cargadas de altamente tóxicos y con pH relativamente bajos lo que logro su deterioro hasta fracturarse en varias partes como se puede observar en la Fig. 16.

9.5 FLOCULADOR



Fig. 17. Floculador vertical estado actual 2019, Fuente Propia

En el floculador vertical se encuentra con residuos internos de lodos resultante de procesos anteriores, que fueron imposibles de retirar de manera manual debido a la geometría que hace que sea muy imposible introducir algún objeto que sea capaz de remover los remantes que quedaron en las cavidades de cada sección.

9.6 TUBERÍA



Fig. 18. Tubería estado actual 2019, Fuente Propia

La tubería se encuentra en mal estado, rota y con fugas lo que genera un escape de las aguas residuales, esto se debe al abandono y poco mantenimiento que se le ha realizado y debido al fluido que se le ingresaba se generó desgaste

6.7 FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO Y ARENA Y ZEOLITA

Para los filtros de carbón se realizaron los retro lavados, que consisten en invertir el flujo de agua para que entre por el fondo del lecho filtrante, levante y enjuague el lecho y salga por la parte superior del tanque del filtro correspondientes a lo indicado en el manual, donde se evidenció que aún conservan su capacidad filtrante.



Fig. 19. Filtros de Carbón activado, arena y zeolita estado actual 2019, Fuente Propia

9.8 OSMOSIS INVERSA



Fig. 20. Osmosis Inversa estado actual 2019, Fuente Propia

La osmosis inversa no se encuentra en las mejores condiciones dado que por el abandono, está perdiendo su capacidad filtrante, en las pruebas se evidenció fugas en los filtros, lo que hace que no tenga una eficiencia y el agua tratada siga con contaminantes

9.9 BOMBAS DE ALIMENTACIÓN



Fig. 21. Bombas de alimentación estado actual 2019, Fuente Propia

Las bombas de alimentación se encuentran pegadas debido al óxido generado por el abandono y poco mantenimiento que se le realizó, los sellos y empaques están gastados lo que genera fugas a la hora de ponerla en marcha, afectando todo el proceso

9.10 BOMBAS DOSIFICADORAS



Fig. 22. Bombas Dosificadoras estado actual 2019, Fuente Propia

Las bombas dosificadoras de soda y de coagulante se encontraron en buenas condiciones y tienen óptimo funcionamiento, para verificar esto se realizaron pruebas de paso de fluido lo cual comprobó que realmente se encuentran en las mejores condiciones para seguir funcionando.

9.11 POZO DE LODOS



Fig. 23. Pozos de lodos estado actual, 2019 Fuente Propia

El tanque de lodos estaba completamente lleno de sustancias tóxicas por lo cual fue muy complicado retirarlo para verificar su estado actual.

Esto se realizó por una empresa especializada en el manejo de sustancias peligrosas lo cual generó gastos por disposición final.

El tanque de lodos al estar tapado con una teja improvisada le ingresa sustancias que se pueden evidenciar en las imágenes como insectos generando proliferación de vectores, e ingreso de material vegetal.

10. NUEVO DISEÑO DE LA PTAR PINTURAS EVERY S.A.S

CRITERIOS DE DISEÑO

Para el criterio del nuevo diseño nos basamos en tres puntos fundamentales, caracterización del agua, estudio técnico y estudio económico.

Se puede observar que al comparar los parámetros analizados por la empresa AGQ labs y la Resolución 0631 de Marzo de 2015 en la tabla 4 se evidencia que el agua residual proveniente de los lavados de la producción de resinas debe ser tratada adecuadamente para disminuir DQO, DBO₅, sólidos suspendidos totales, grasas y aceites, hidrocarburos totales que son parámetros críticos del proceso que están incumpliendo la norma ; para así realizar una disposición final que se ajuste con la resolución establecida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Para esta verificación se tuvieron en cuenta dos alternativas de remoción de contaminantes y se evaluaron las ventajas y desventajas consultadas en las diferentes fuentes bibliográficas como se puede ver en la Tabla 7. Donde se hacen las comparaciones respectivas para la selección de una alternativa que se ajusta a los requerimientos interno de la compañía como lo son costos y tener en cuenta la infraestructura existente que ya cuenta la empresa.

Tabla 7. Comparación de los diferentes sistemas de tratamiento con sus ventajas y desventajas

Parámetro	Método de remoción	Ventajas	Desventajas
DQO y DBO ₅	Oxidación	-Remoción efectiva. - Oxida rápida y completamente - No imparte olor y sabor	Ajuste de pH para aguas alcalinas. -Costo de reactivos.
	Coagulación y floculación	-Método sencillo - Pueden emplearse reactivos de bajo costo.	-Si no se mantiene una agitación adecuada puede romperse el floculo formado. - Operaciones adicionales (filtración).
	Filtración	Alta eficiencia con el medio adecuado. - Eliminación de sólidos suspendidos entre 5-50 mg/L - Filtros de medio granular tratan sólidos suspendidos de 1000 mg/L hasta en un 90%	- Mantenimiento del medio filtrante. - La velocidad de filtración condiciona el rendimiento. - Costos de generación de presión para proporcionar altas velocidades
SST	Sedimentación	- Proceso físico sencillo que aprovecha la gravedad. - Para tiempos de retención adecuados sedan altos porcentajes de remoción. - Costos mínimos de operación.	- Tiempos de retención prolongados. - Sensible a variaciones de flujo. - Necesidad de sistemas adecuados de distribución de flujo.
Grasas y aceites	Trampas de grasa o separadores de gravedad	-Operación sencilla. - Bajos costos.	- Desnatado de las grasas
	Flotación	Altas eficiencias	-Costos de operación - Desnatado
Hidrocarburos totales	Adsorción con carbón activado	-Capacidad de remoción eficiente	- Necesidad de regeneración del carbón

Tabla 7 aquí podemos encontrar las diferentes ventajas y desventajas consultadas en la

literatura de lodos diferentes tipos de tratamientos

Fuente: varios (Bibliografía)

Teniendo en cuenta los métodos de remoción para los parámetros con el fin de disminuir la carga contaminante, se proponen las siguientes operaciones unitarias para el planteamiento de las alternativas del sistema de tratamiento de agua residual:

- Trampas de grasas: se sugiere la ubicación de una trampa de grasas como primer proceso unitario, por facilidad de la construcción debido a una infraestructura existente, reducción de costos, y por las consultas realizadas en la literatura en donde, “comprobaron que estas estructuras reducen hasta un 78,3 % de la remoción de grasas y aceites presentes en el agua residual” (Manjarres & Ramirez , 2018, Pag. 63), preparando el agua residual para los siguientes procesos unitarios.
- Tanque de almacenamiento: después de ser removido la mayor cantidad de grasas y aceites el agua residual es dirigida a un tanque de almacenamiento, en donde se retiene hasta llegar a una cantidad deseada para poderle suministrar a los siguientes sistemas un caudal de 0.27 L/s, la cual está diseñada para trabajar con ese caudal.
- Coagulación/Floculación: por medio de la adición de un coagulante químico producir desestabilización química de las partículas coloidales neutralizando las fuerzas que las mantienen separadas y aumentar el tamaño, peso del floculo formado para que su remoción sea con mayor facilidad por medio de una sedimentación

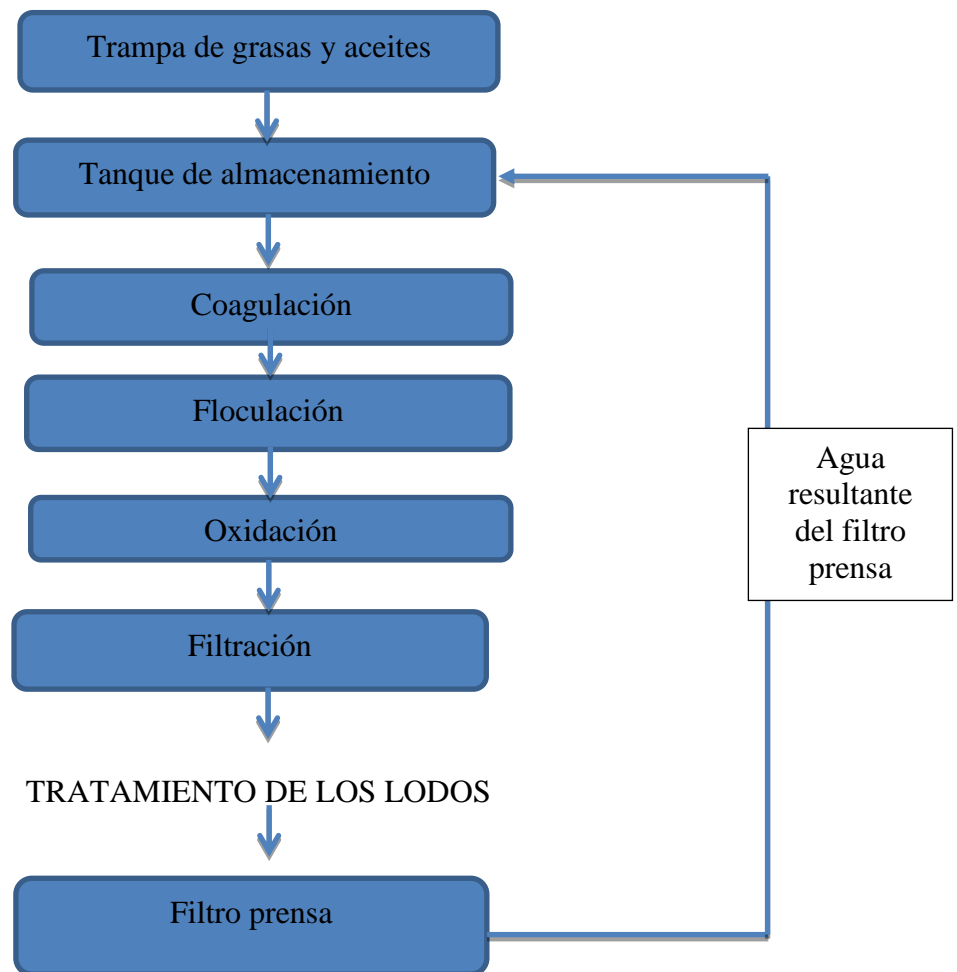
Esta operación es de importancia porque elimina sustancias de diversa naturaleza, es eficaz y de bajo costo, igual se tuvo en cuenta un estudio similar en donde se desarrolló, “un estudio en laboratorio validando la efectividad de la floculación/coagulación donde los resultados mostraron reducciones de DBO_5 y DQO de un 88 % para aguas residuales proveniente de resinas alquídicas”

(Fetecua, N., & Barragán, N. 2017, Pág. 60), y aprovechando de igual manera la infraestructura existente es el proceso unitario más viable.

- Oxidación: este proceso tiene como fin la eliminación de sustancias orgánicas no biodegradables como los hidrocarburos, que logran disminuir parámetros característicos como lo relata el autor Muñoz & Orta (2012) en su publicación efecto del ozono en la remoción de materia orgánica disuelta de un efluente secundario donde afirma “ que se demostro que el contacto del agua residual con el oxno puede generar us disminucion considerable de los DQO desde un 15 % hasta un 85 % dependiente el tiempo de contacto”(Pag 117). Debido a esto se sugiere un sistema de oxidacion con ozono para la remocion de contaminates
- Filtración por carbón activado: por medio de este proceso se logran retener las últimas impurezas, y como la empresa cuenta con los filtros que se encuentran en buen estado se selecciona esta alternativa para su aprovechamiento y no incurrir en costos.

A continuación, se muestra el planteamiento de la alternativa para el sistema de tratamiento de agua residual en Pinturas Every S.A.S,

10.1 ESQUEMA DEL NUEVO DISEÑO DE PROCESOS UNITARIOS PARA LA PTAR DE PINTURAS EVERY S.A.S



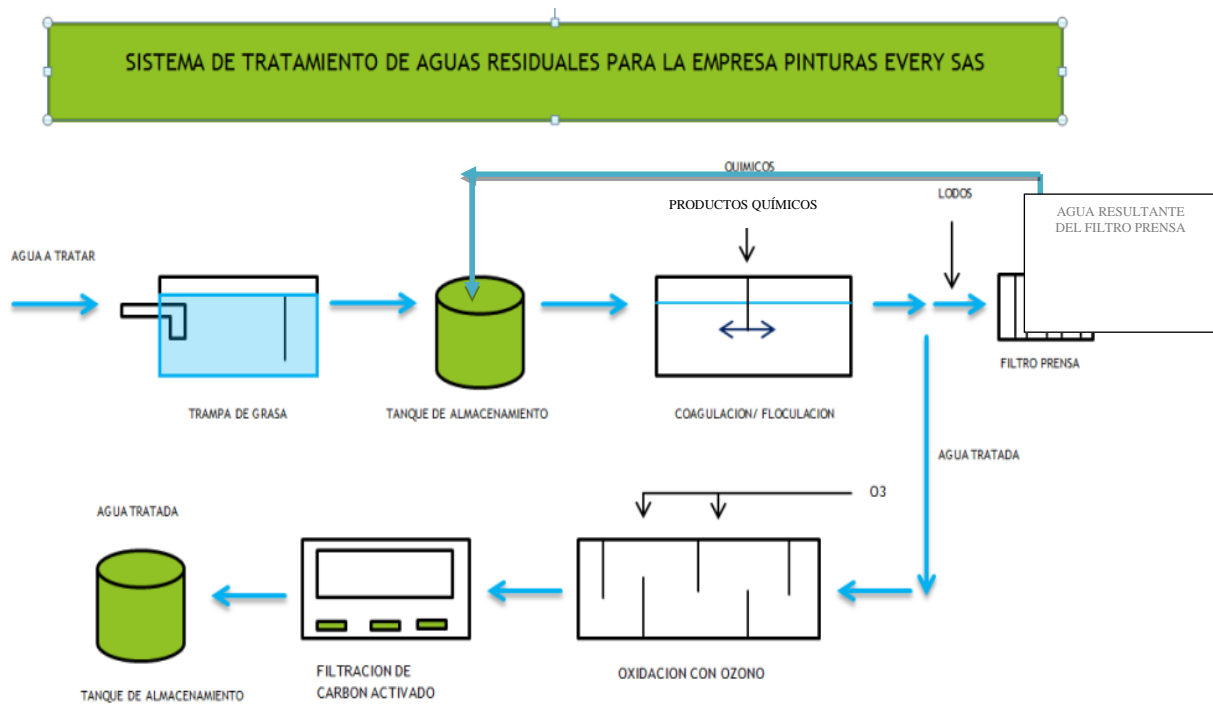


Fig. 24. Esquema del nuevo sistema de procesos unitarios 2019, Fuente Propia

10.2 DISEÑO DE TRAMPA DE GRASAS

Para diseñar la trampa de grasa se tomó como referencia la caja de contención que almacena las aguas de lavado, la cual se le genera un nuevo diseño convirtiéndola en una trampa de grasas con un bafle que hará que el agua pierda fuerza y por gravedad se genera la separación de las grasas y aceites de agua residual como primer proceso unitario de la PTAR.



Fig. 25.C aja de contención del agua de lavado 2019, Fuente Propia.

El agua debe tener un tiempo determinado de retención hidráulica para llevar a cabo la clarificación.

La limpieza se debe realizar cuando se alcance un 75 % de la capacidad mínima del tanque, para evitar malos olores y el escape de residuos de grasa.

Según el RAS 2000 el tanque debe tener las siguientes características mostradas en la

Tabla 8. Características para el diseño de la trampa de grasas

<i>Características trampa de grasa</i>	
Área (m ²)	0.25 metros cuadrados por cada litro por segundo.
Relación Ancho – Longitud	1:4 hasta 1:18
Caudal de entrada (L/s)	2 – 9
Tiempo de retención (min)	3

Tabla 8 Se observan características de la trampa de grasa según el RAS 2000
Fuente. Aspectos generales de los sistemas de agua potable y saneamiento básico Título E

Volumen del sistema. Para calcular el volumen de la unidad de trampa de grasas y aceites se debe tener el caudal de diseño y el tiempo de retención como muestra la Ecuación 2.

$$V = 0,509 \text{ m}^3$$

Área superficial. Según el RAS 2000 Título E en la página 66 dice que el valor de la carga superficial (q_s debe estar entre los valores de 2,5 a 4 L/s, por lo que se asume el valor de. 4 L/s

El área superficial se calcula por medio de la Ecuación 3

$$A_s = 0,71 \text{ m}^2$$

Teniendo en cuenta la relación Largo: Ancho obtenida del RAS 2000 título E, esta se asume 1:4 para este caso.

$$L = 4b$$

$$A = 4b * b$$

$$A = 4 * b^2$$

Ancho requerido se calcula con la Ecuación 5.

$$b = \sqrt{0,71m^2/4} = 0,4 \text{ m}$$

Altura requerida en el sistema de grasas y aceites se calcula con la Ecuación 5.

$$h = \frac{0.509m^3}{0.75m^2} = 0.72 \text{ m}$$

A continuación, se establece el dimensionamiento del Bafle o Tabique que debe tener la Trampa de Grasa para hacer que el proceso de flotación de la grasa existente y sedimentación de los sólidos presentes, sea más eficiente, cabe resaltar que estos parámetros se tomaron de acuerdo a la información suministrada por un experto en el tema.

- Ubicación del Bafle (U_b) se calcula mediante la Ecuación 6.

$$U_b = 0,75 * 0.40m = 0,32m$$

- Altura del Bafle (H_b): se calcula mediante la Ecuación 7.

$$H = 0,90 * 0,72m = 0,65m$$

- Espacio entre Bafle y Fondo: se calcula mediante la Ecuación 8.

$$E_{bf} = 0,1 * 0,72m = 0,072m$$

Para la ubicación de la Tubería se tuvo en cuenta las siguientes indicaciones:

- Ubicación de la tubería: se calcula mediante la Ecuación 9.

$$U_{tub} = 0,5 * 1.68 = 0,84m$$

- Altura de la tubería de entrada: se calcula mediante la Ecuación 10.

$$H_{etb} = 0,35 * 0,72m = 0,25m$$

- Caída de la tubería de entrada e ingreso de la tubería de salida: se calcula mediante la Ecuación 11.

$$H/H_{sitb} = 0,22 * 0,72m = 0,16m$$

El efluente de la Trampa de Grasa se debe dirigir a un tanque de 2.5 m de Altura donde se realiza la neutralización con Hidróxido de Sodio al agua residual para elevar su pH a un rango aceptable de 7-8 y luego ser dirigida hacia el Tratamiento Físicoquímico para continuar con la remoción de contaminantes.

Para la facilidad del cálculo de las ecuaciones de los diferentes diseños se decidió utilizar el caudal de diseño en m^3/s , para esto se realizó una conversión de unidades.

$$2.8 \text{ l/s} = 0.0028 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabla 9. Dimensiones de la trampa de grasa Pinturas Every S.A.S

Qdiseño	0,0028	m^3/s	Caudal de Diseño
V	0,509	m^3	Volumen de la Trampa de Grasa
A	0,71	m^2	El Área superficial de la Trampa de Grasas
B	0,4		B= Ancho de la Trampa de Grasa
L	1,68	m	L= Largo de la Trampa de Grasa
H	0,72	m	H= Altura de la Trampa de Grasa
U_b	0,32	m	Ubicación del Bafle: Se debe encontrar en la parte superior, un 75% del largo de la Trampa de Grasa desde la entrada.
H_b	0,65	m	Altura del Bafle: Corresponde a un 90% de la Altura de la Trampa de Grasa.
E_{bf}	0,07	m	Espacio entre Bafle y Fondo: Este espacio equivale a un 10% de la Altura de la Trampa de Grasa
U_{tub}	0,84	m	Ubicación de la tubería: Se debe encontrar a un 50% del ancho de la Trampa de Grasa.
H_{etb}	0,25	m	Altura de la tubería de entrada: Corresponde al 35% de la altura de la Trampa de Grasa
H/H_{sit}	0,16	m	Caída de la tubería de entrada e ingreso de la tubería de salida: Representan el 22% de la altura de la Trampa de Grasa

Tabla 9 en la siguiente tabla podemos encontrar las especificaciones de diseño de la trampa de grasas (Fuente propia)

Para la construcción de la trampa de grasa estará a cargo del área de mantenimiento de la empresa Pinturas Every S.A.S ya que cuentan con el material necesario como como lo es la arena, el cemento para sus respectivas mezclas, herramientas y personal capacitado para este tipo de construcción.

10.3 TOLVA DE SEDIMENTACIÓN

Para el diseño de la tolva de sedimentación se parte de que ya hay una infraestructura existente de un tanque de sedimentación, en cual se propone un levantamiento de 50 cm con cuatro patas de acero inoxidable para poder lograr incorporar la tolva de lodos la cual será de una sola pendiente debido al diseño que ya tiene el tanque de sedimentación.

10.3.1 Diseño tolva de lodos

Para el sedimentador se diseñó en su parte inferior, una tolva de pendiente suave para la evacuación de los sedimentos (lodos). Para el diseño de la tolva se usó la expresión obtenida diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales con tecnología de lodos activos, para la parroquia de san José de ayora, Cayambe de universidad politécnica salesiana sede quito debido a lo práctico y fácil que se puede diseñar y acoplar al sedimentador que ya se tiene

Para calcular el lado de la tolva se utilizó la Ecuación 12.

$$M = 1 \text{ m} * \tan (25)$$

$$M = 0.46 \text{ m}$$

Determinadas las dimensiones para la tolva, se procedió a calcular el volumen piramidal y posteriormente el tiempo de vaciado de esta con la Ecuación 13.

$$V_{\text{tolva}} = \frac{0.8 \text{ m} * 0.46 \text{ m} * 1 \text{ m}}{3}$$

$$V_{\text{tolva}} = 0.12 \text{ m}^3$$

V_{tolva} : Volumen piramidal de la tolva, m^3 se calculó con la Ecuación 14.

$$Q_{sólido} = \frac{18.64 m^3}{día}$$

ST: Cantidad de sólidos totales, [g/L] se calculó con la Ecuación 15 Volumen piramidal de la tolva

$$t_v = \frac{0.12 m^3}{18.64 m^3/día}$$

Tiempo de vaciado = 0.006 día

Tiempo de vaciado = 9 minutos

10.4 SISTEMA DE OXIDACIÓN

Para el sistema de oxidación se escogió la oxidación con ozono debido a numerosos recomendaciones tecnológicas de tratamiento de aguas, debido a que la “La ozonización es una tecnología avanzada de oxidación, que no es exclusiva para la potabilización de agua, ya que tiene numerosas aplicaciones para el tratamiento de aguas residuales, debido a que mejora su biodegradabilidad haciendo más fácil el tratamiento biológico convencional ayudando en otras operaciones unitarias como la coagulación, la floculación, la sedimentación”(Patiño, Arroyave, & Marín, 2011,).

10.4.1 Funcionamiento de la oxidación con ozono

El sistema de oxidación con ozono es debido a su configuración electrónica, según (Patiño, Arroyave, & Marín, 2011) afirma.

“el ozono tiene diferentes tipos de reacciones en agua, formando radicales libres. Estos radicales libres, se propagan a través de mecanismos de pasos elementales para

producir radicales hidroxilos, los cuales son extremadamente reactivos con cualquier especie orgánica y algunas especies inorgánicas, presentes en el agua” (pág. 42)

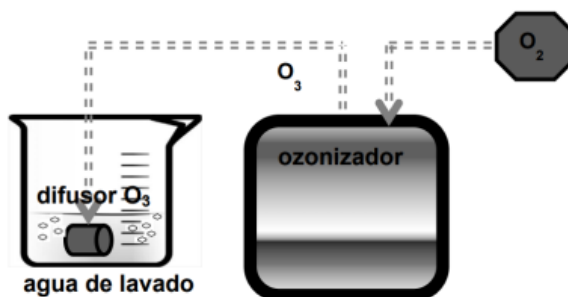


Fig. 26 Sistema de ozonización

Fuente: Oxidación Electroquímica y Ozonización Aplicadas al Tratamiento de Aguas de Lavado de la Producción de Biodiesel (2011)

Debido a las recomendaciones sugeridas por la literatura de opta por este sistema, para su diseño se optó por cotizar de manera externa con empresas especializadas como lo es tratamiento de aguas Ingeneal S.A.S en donde se realizó la cotización de un generador de ozono industrial para adicionar a los procesos unitarios de la PTAR en empresa Pinturas Every S.A.S

10.5 PRUEBA TEST DE JARRAS

Después de establecer los procesos unitarios adecuados para la eliminación de los contaminantes presentes en el agua de lavado por el proceso de fabricación de resina se recomienda realizar un monitoreo a la carga orgánica de acuerdo a la actividad productiva se propone la realización periódica de este tipo de ensayos para ajustar las dosis, las bombas dosificadoras se les debe graduar la velocidad para asegurar que la adición de las sustancias químicas se ajuste a lo obtenido en la pruebas de jarras, por eso de recomienda también la obtención de un equipo de test de jarra para todo este tipo de prueba ya que la

empresa no cuenta con uno y el presupuesto es limitado para realizar estas pruebas externas cada vez que se requiera.

11. VALORACIÓN ECONÓMICA COSTOS

En este capítulo se expone los costos involucrados en la implementación de la alternativa para el sistema de tratamiento de aguas residuales en la empresa Pinturas Every S.A.S, A continuación, se describe de manera detallada la inversión que se requiere para la adquisición de cada uno de los equipos que intervienen y la instalación de la planta para el funcionamiento del sistema de tratamiento de agua residual en la empresa Pinturas Every S.A.S

11.1 INVERSIÓN

Para calcular los costos de inversión es necesario conocer el valor de cada uno de los equipos necesarios para la ejecución de la alternativa

Para la inversión se tuvo en cuenta la infraestructura ya existente y los arreglos necesarios para su nuevo funcionamiento correctamente

11.1.1 Inversión realizada

Mantenimiento de las bombas de alimentación cambio de sellos y rodamientos por un valor de \$ 150.000 pesos

Succión de las aguas residuales que por la empresa Dragón solutions = \$ 660.000 pesos
costos de transporte y disposición final de aguas residuales toxicas

INVERSIÓN PENDIENTE POR REALIZAR

Tabla 10. Inversión

EQUIPO	CANTIDAD	MATERIAL	VALOR	ANEXO
Panel tipo colmena	1	Plástico	\$ 525.000	ANEXO 5
Soldadura del tanque de sedimentación	1	- acero	\$ 950.000	ANEXO 6
Construcción de la tolva de lodos	1	inoxidable	\$ 2.500.000	ANEXO 7
Teste de jarras para pruebas	1	-	\$ 2.975.500	ANEXO 8
Equipo de oxidación con ozono	1	-	\$ 7.765.000	ANEXO 9
Nuevo tanque de almacenamiento	1	plástico	\$ 750.000	ANEXO 11
Construcción de la trampa de grasas	1	cemento	\$ 750.000	

Tabla 10 podemos observar la inversión pendiente a realizar para lograr activar la PTAR

Para elementos como son tubería y accesorios que se van a requerir el área de mantenimiento cuenta con todos estos elementos y materiales los cuales van a ser proporcionados por la empresa y no hay que adquirirlos de esta manera no se tuvo en cuenta la inversión a realizar

Total, de la inversión para puesta en marcha PTAR de la empresa Pinturas Every S.A.S
= 16.215.000 millones de pesos

12. CONCLUSIONES

- Se concluye que los vertimientos provenientes del proceso lavado de reactores de proceso de resinas tienen una alta carga de contaminantes y requiere de un tratamiento químico para reducir parámetros críticos como lo son la DQO y DBO₅ para dar cumplimiento a la normatividad que rige el proyecto, la Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015.
- La PTAR de pinturas Every S.A.S en la actualidad no tiene la capacidad ni la eficiencia para tratar las aguas residuales del proceso de lavado de reactores y equipos en el área de resinas.
- Se seleccionó una nueva alternativa de procesos unitarios que constan de una trampa de grasas y aceites, coagulación, floculación, oxidación y filtración.
- Se desarrolló un análisis de costos según la infraestructura existente los arreglos que se le hicieron y los equipos e infraestructura nueva en cual tendrá un costo de \$ 16.215.000 millones de pesos para su puesta en marcha nuevamente

13. RECOMENDACIONES

- Adquirir un equipo de test de jarras con el fin de realizar ensayos los cuales permitirán un ajuste de la dosificación de reactivos, en posibles variaciones del agua residual industrial.
- Se recomienda monitorear la carga orgánica de acuerdo a la actividad productiva y realizar de manera periódica los test de jarras para ajustar las dosis, además las bombas de dosificación deben contar con un variador de velocidad para asegurar que la adición de las sustancias químicas se ajuste a lo obtenido en las pruebas de jarras
- Se recomienda comprar equipos de laboratorio para medición de parámetros in situ para verificar la eficiencia del proceso y poder verter el agua tratada
- Se recomienda evaluar la posibilidad de aprovechar el agua tratada cumpliendo con las especificaciones técnicas de la resolución 1207 del 2014 para ser aprovechada en la torre de enfriamiento con la que cuenta la empresa Pinturas Every S.A.S
- Análisis de los lodos generados para controlar sus características y generar una correcta disposición.
- Desarrollar un proceso para la utilización de los lodos generados en el proceso de sedimentación con el fin de ser utilizado en procesos como compostaje u Otras actividades.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboulhassan, M. A., S. Souabi, A. Yaacoubi, and M. Baudu, 'Improvement of Paint Effluents Coagulation Using Natural and Synthetic Coagulant Aids', *Journal of Hazardous Materials*, 138 (2006), 40–45
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.05.040>
- Ahmadi, Mehdi, Hoda Amiri, and Susana Silva Martinez, 'Treatment of PHenol-Formaldehyde Resin Manufacturing Wastewater by the Electrocoagulation Process', *Desalination and Water Treatment*, 39 (2019), 176–81
 <<https://doi.org/10.5004/dwt.2012.308>>
- B.K., Dey, Hashim M.A., Hasan S., and Sen Gupta B., 'Microfiltration of Water-Based Paint Effluents', *Advances in Environmental Research*, 8 (2004), 455–66
 <[https://doi.org/10.1016/S1093-0191\(02\)00122-3](https://doi.org/10.1016/S1093-0191(02)00122-3)>
- Bojaca, Rocio del Pilar, 'Determinación de Grasas y Aceites En Aguas Por El Método Soxhlet', *Ideam*, 2014, 1–8 <<https://doi.org/10.11280/gee1973b.31.2951>>
- Cárdenas, Y. A. (2000). TRATAMIENTO DE AGUA COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN. *SEDAPAL*, 78.
- Colombia, Republica de, and Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 'Resolución 631', 2015 (2015)
https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R_MADS_0631_2015.pdf
- Dey, B., Hasmin, M., Hasan, S., & Sen Gupta, B. (2004). Microfiltration of water-based paint effluents. *aInstitute of Post Graduate Studies and Research, University of Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia elsevier*, 2.

de Yuso Ariza, A. (2012). *DESARROLLO DE CARBONES ACTIVADOS A PARTIR DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA ADSORCIÓN Y RECUPERACIÓN DE TOLUENO Y N-HEXANO*. España: Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad San Jorge.

Forero, J., & Ortiz, O. (2005). *Aplicación de procesos de oxidación avanzada como tratamiento de fenol en aguas residuales industriales de refinería*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander - Escuela de Ingeniería de Petróleos-, Bucaramanga, Santander, Colombia.

García, A. (2009). Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea Producción de Polímeros. *MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO DEL GOBIERNO DE ESPAÑA*.

García, M. (2011). Disturbios del estado ácido-básico en el paciente crítico. <http://www.scielo.org.pe/>, 46.

Hernandes, A. (2007). *SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN AGUA SECADOS A 103 – 105 °C*. . Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales:
<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Suspendidos+Totales+en+aguas.pdf/f02b4c7f-5b8b-4b0a-803a-1958aac1179c>

MADS. Gobierno de Colombia, ‘Resolución 1207 de 2014 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.- Disposiciones Relacionadas Con El Uso de Aguas Residuales Tratadas’, Diario Oficial, 2014 (2014)

http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_1207_2014.pdf

- Martin, I., & Salcedo, R. (2011). *rua.ua. e*. Retrieved Octubre 2019, from Operaciones separación sólido-fluido:
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/11/tema5_operaciones%20separacion.pdf
- Manahan , S. (2007). *INTRODUCCION A LA QUIMICA AMBIENTAL* . Mexico: REVERTE.
- Manjarres, R., & Ramirez, A. (2018). Diseño de una trampa de grasas en la planta de tratamiento de aguas residuales en una plnta panificadora ubicada en el departamento del atlantico . *Universidad de Buenaventura*, 63.
- Muñoz, J., & Orta, T. (2012). *EFECTO DEL OZONO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DISUELTA DE UN EFLUENTE SECUNDARIO*. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia).
- Navarro , O. (2007). DEMANDA BIOQUÌMICA DE OXÌGENO 5 días, INCUBACIÒN Y ELECTROMETRÌA . *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*, 2.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). RESOLUCIÓN 1207 DE 2014 Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas. *Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C*, 2.
- Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). *REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS - 2000*. BOGOTA: Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Espigares, M., & Lopez, J. (1985). Aspectos sanitarios del Aguas Residuales Composicion. *Universidad de Granada, 2.*

Fetecua, N., & Barragan, N. (2017). *PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE RESINAS ALQUÍDICAS EN LA EMPRESA PINTURAS SUPER LTDA.* Bogota : FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS.

Giraldo Gomez , G. I. (1995). MANUAL DE ANÁLISIS DE AGUAS. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES FACULTAD DE CIENCIAS Y ADMINISTRACIÓN, 19.*

Körbahti, Bahadır K., Nahit Aktaş, and Abdurrahman Tanyolaç, ‘Optimization of Electrochemical Treatment of Industrial Paint Wastewater with Response Surface Methodology’, *Journal of Hazardous Materials*, 148 (2007), 83–90
<<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.02.005>>

Li, Xiang, Wenjuan Zhang, Sizhou Lai, Yanfei Gan, Jun Li, Tingting Ye, and others, ‘Efficient Organic Pollutants Removal from Industrial Paint Wastewater Plant Employing Fenton with Integration of Oxidation/Hydrolysis Acidification/Oxidation’, *Chemical Engineering Journal*, 332 (2018), 440–48
<<https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.09.008>>

Lopez Paredes, G. L. (2015). *PROPUESTA DE GESTIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES DE UNA EMPRESA DE PINTURA Y REVESTIMIENTOS. UNIVERSIDAD DEL VALLE.*

Ojeda, L., Lara, G., & Duran , M. (2015). EFECTO DEL PH SOBRE LA OXIDACIÓN ELECTROQUÍMICA DE FENOL EMPLEANDO UN ÁNODO DIMENSIONALMENTE

ESTABLE DE SnO₂-Sb₂O₅-RuO₂. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, vol. 14, núm. 2, 2015, pp. 437-452, 438.

Olga, Maria, Navarro R Bacterióloga, Revisado Y Actualizado, Por : Maria, Stella Gaitan, and Ingeniera De Alimentos, 'DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO 5 Días, INCUBACIÓN Y ELECTROMETRÍA', Ideam, 2 (2007), 13

Patiño, K., Arroyave, S., & Marin, J. (2011). Oxidación Electroquímica y Ozonización Aplicadas al Tratamiento de Aguas de Lavado de la Producción de Biodiesel. *Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia*, 42.

Patiño, K., Arroyave, S., & Marin, J. (2011). Oxidación Electroquímica y Ozonización Aplicadas al Tratamiento de Aguas de Lavado de la Producción de Biodiesel . *Universidad de Antioquia, Medellín*, 42.

Rodriguez, C. (2007). DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO POR REFLUJO CERRADO Y VOLUMETRIA. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*, 2.

Silupu, C., & Solis, R. (2017). *Caracterización de filtros comerciales para agua a base de carbón activado para el tratamiento de agua del río Tumbes - Perú*. Peru: Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Tumbes cvT Universitaria s-n Pampa MrandeP TumbesP PerúT.

Vidales, O., Magallanes, L., Yasabel, M., & Sandoval, C. (2010). Extracción de Grasas y Aceites en los Efluentes de una Industria Automotriz. *Redalyc.org*, 29.



Totales, Lídos Suspendidos, '4/5/2017 Sólidos Suspendidos Totales', 2017, 1-4

Vaca, Mabel, Magdaleno Laura, Sosa Mónica, Magdalena Monroy, and Blanca Jiménez,
‘Tratamiento Terciario de Aguas Residuales Por Filtración e Intercambio Iónico’,
Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 1996

Vallejos Calzada, S. (2010). ESTUDIO DE LA REDUCCIÓN DE EMISIÓN DE
FORMALDEHÍDO EN LAS RESINAS DE UREA FORMALDEHÍDO.
UNIVERSIDAD DE BURGOS, 3.


ANEXOS


Anexo 1 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS


		INFORME DE ENSAYO			
Anula y sustituye a la versión anterior : A-19/036317					
Nº de Referencia:	A-19/036317-M1	Registro en:	AGQ Produccion	Cliente:	PINTURAS EVERY SA
Análisis:	33731A-1	Centro Análisis:	AGQ Produccion	Domicilio:	Kilometro 1.8 Via Madrid Subachoque
Tipo Muestra:	AGUA RESIDUAL	Fecha Recepción:	14/05/2019	Contrato:	F023-0275
Fecha Inicio:	14/05/2019	Fecha Fin:	20/04/2020	Cliente 3º:	---
Descripción:	SAUDA TANQUE ALMACENAMIENTO DE RESINAS				
Fecha/Mora:	14/05/2019 10:30	Muestreado por:	Personal Produccion		
Muestra:					
Lugar de Muestreo:	Agua residual	Coordenadas x,y:		074.24374 04,75314	
Punto de Muestreo:	P 1				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.


 LAURA MILENA CASTRIELLON
VALBUENA


 JEDY CAROLINA JAMES ARIAS


 Lorena Garcia Garcia

FECHA EMISIÓN: 06/08/2019

OBSERVACIONES:

Anula y sustituye a la versión anterior : A-19/036317

Nº de Referencia: A-19/036317-M1

Descripción: SALIDA TANQUE ALMACENAMIENTO DE RESINAS

 Tipo Muestra: AGUA RESIDUAL
 Fecha Fin: 20/06/2019

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Otros Parámetros Físico-Químicos				
AOX (Comp. Orgánicos Aromatizables)	9,57	-	mg/l	
Mediciones In Situ				
Condul In Situ Medido MA	-	-	l/s	
pH In Situ Medido MA	6,39	-	Unidades de pH	
Parámetros Físico-Químicos				
Aceites y Grasas	336	±0,04%	mg/l	
Acidez Total	229	±0,045%	mg/l CaCO ₃	
Alcalinidad Total	206	±0,036%	mg/l CaCO ₃	
Color Real a 436 nm	2	±0,1%	m-1	
Color Real a 525 nm	< 2	±0,1%	m-1	
Color Real a 620 nm	< 2	±0,1%	m-1	
DBO ₅	1,211	±0,153%	mg/l	
DQO	1,643	±0,028%	mg/l	
Dureza Cálcica	231	±0,032%	mg/l	
Dureza Total	244	±0,052%	mg/l	
SAMM	0,354	±0,027%	mg/l	
Sólidos Sedimentables	0,90	±0,05%	ml/l	
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	890,0	±0,0134%	mg/l	
Formas Nitrogenadas/Forforadas				
Nitrógeno Total	6,24	±0,03%	mg/l	
Metales Totales				
Cadmio Total	< 0,010	±0,02%	mg/l	
Cobalto Total	< 0,050	±0,03%	mg/l	
Cobre Total	< 0,100	±0,03%	mg/l	
Cromo Total	0,178	±0,026%	mg/l	
Fósforo Total	160	±0,05%	mg/l	
Mercurio Total	< 1,00	±0,068%	µg/l	
Níquel Total	0,023	±0,031%	mg/l	
Plomo Total	0,610	±0,028%	mg/l	
Titanio Total	< 0,100	±0,019%	mg/l	
Zinc Total	1,95	±0,019%	mg/l	
HAPs				
Acenafeno	< 8,000	±0,1101%	µg/l	
Azenaftileno	< 8,000	-	µg/l	
Antraceno	< 8,000	±0,1164%	µg/l	
Benzo (a) antraceno	< 8,000	±0,1065%	µg/l	
Benzo (a) pireno	< 8,000	±0,114%	µg/l	
Benzo (b) fluoranteno	< 8,000	±0,1164%	µg/l	

Scanned by CamScanner

Anula y sustituye a la versión anterior : A-19/036317

Nº de Referencia:	A-19/036317-M1	Tipo Muestra:	AGUA RESIDUAL
Descripción:	SALIDA TANQUE ALMACENAMIENTO DE RESINAS	Fecha fin:	20/06/2019

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
HAPs				
Benzo (a,h,i) pireno	< 8,000	±0,1164%	µg/l	
Benzo (k) fluoranteno	< 8,000	±0,1098%	µg/l	
Criseno	< 8,000	±0,1164%	µg/l	
Dibenzo (a,h) antraceno	< 8,000	±0,1164%	µg/l	
Fluoranteno	< 8,000	±0,1164%	µg/l	
Fluoranteno	< 8,000	-	µg/l	
Fluoreno	< 8,000	±0,1164%	µg/l	
Indeno (1,2,3-cd) pireno	< 8,000	±0,1164%	µg/l	
Naftaleno	15,30	±0,1043%	µg/l	
Pireno	< 8,000	±0,1164%	µg/l	
SUMA HAP's	15,3	-	µg/l	
Compuestos Fenólicos				
Fenoles	0,185	±0,034%	mg/l	
BTEX				
Benceno	27,5	-	mg/l	
Etilbenceno	1,019	-	mg/l	
SUMA BTEX	6,301	-	mg/l	
Tolueno	3,155	-	mg/l	
Xilenos	1,046	-	mg/l	
Xilenos	3,049	-	mg/l	

Nota: Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están indicadas a lo largo del informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por el. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. PE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMO.

Anula y sustituye a la versión anterior : A-19/036317

Nº de Referencia: A-19/036317-M1 Descripción: SALIDA TANQUE ALMACENAMIENTO DE RESINAS	Tipo Muestra: AGUA RESIDUAL Fecha Fin: 20/06/2019
--	--

ANEXO TÉCNICO

Parámetro	PM	Técnica	Ref Norma	Rango
Otros Parámetros Físico-Químicos				
* AOX (Comp. Orgánicos Aduorbibles)	PE 971	Espect UV-VIS		0,08 - 1.000 mg/L
Mediciones in Situ				
Caudal in Situ Medido MA	Volumen, Tiempo			0,00 - 1.000.000 L/S
pH in Situ Medido MA	SM 4500 H+ B	Electrometría		1,04 - 14,0 Unidades de pH
Parámetros Físico-Químicos				
Aceites y Grasas	SM 5520 C	Espect FTIR		4,0 - 20.000 mg/L
Acidez Total	SM 2310 B	Volumetría		5,00 - 1.000 mg/L CaCO ₃
Alcalinidad Total	SM 2320 B	Calculado		5,00 - 1.000 mg/L CaCO ₃
* Color Real a 436 nm	(ISO 7887 2012 Met B	Espect UV-VIS		2 - 1.000 m-1
* Color Real a 525 nm	(ISO 7887 2012 Met B	Espect UV-VIS		2 - 1.000 m-1
* Color Real a 620 nm	(ISO 7887 2012 Met B	Espect UV-VIS		2 - 1.000 m-1
DBO ₅	SM 5210 B / ASIM 0888	Electrometría		2,10 - 5.000 mg/L
DQO	SM 5220 D	Espect UV-VIS		10,00 - 1.000 mg/L
Dureza Cálcica	SM 3500 Ca-B	Titración		5,00 - 1.000 mg/L
Dureza Total	SM 2340 C	Volumetría		5,00 - 1.000 mg/L
SAAM	SM 5540 C	Espect UV-VIS		0,200 - 4,00 mg/L
Sólidos Sedimentables	SM 2540 F	Volumetría		0,10 - 800 mL/L
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	SM 2540 D / 103-105°C	Gravimetría		10,00 - 20.000 mg/L
Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
Nitrógeno Total	DM EN 12260	Espect UV-VIS		0,500 - 10,0 mg/L
Metales Totales				
Cadmio Total	EPA 200.7	ICP-OES		0,010 - 0,100 mg/L
Cobalto Total	EPA 200.7	ICP-OES		0,050 - 2,00 mg/L
Cromo Total	EPA 200.7	ICP-OES		0,100 - 2,00 mg/L
Cromo Total	EPA 200.7	ICP-OES		0,050 - 2,00 mg/L
Fósforo Total	EPA 200.7	ICP-OES		0,10 - 2,0 mg/L
Mercurio Total	SM 3112 B Modificado	Absorción Atómica Cámara Grafito		1,00 - 10,0 µg/L
Níquel Total	EPA 200.7	ICP-OES		0,020 - 2,00 mg/L
Plomo Total	EPA 200.7	ICP-OES		0,050 - 2,00 mg/L
Titanio Total	EPA 200.7	ICP-OES		0,100 - 2,00 mg/L
Zinc Total	EPA 200.7	ICP-OES		0,100 - 2,00 mg/L
HAPs				
Acenafteno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog CG/MS-MS		8,000 - 64,00 µg/L
Acenaftileno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog CG/MS-MS		8,000 - 64,00 µg/L
Antraceno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog CG/MS-MS		8,000 - 64,00 µg/L
Benzo (a) antraceno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog CG/MS-MS		8,000 - 64,00 µg/L
Benzo (a) pireneno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog CG/MS-MS		8,000 - 64,00 µg/L
Benzo (b) fluoranteno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog CG/MS-MS		8,000 - 64,00 µg/L
Benzo (k) pireneno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog CG/MS-MS		8,000 - 64,00 µg/L

2019. Imagen tomada de un archivo de datos de laboratorio. Para las partes de este informe de laboratorio, se garantiza la veracidad de los datos de laboratorio.

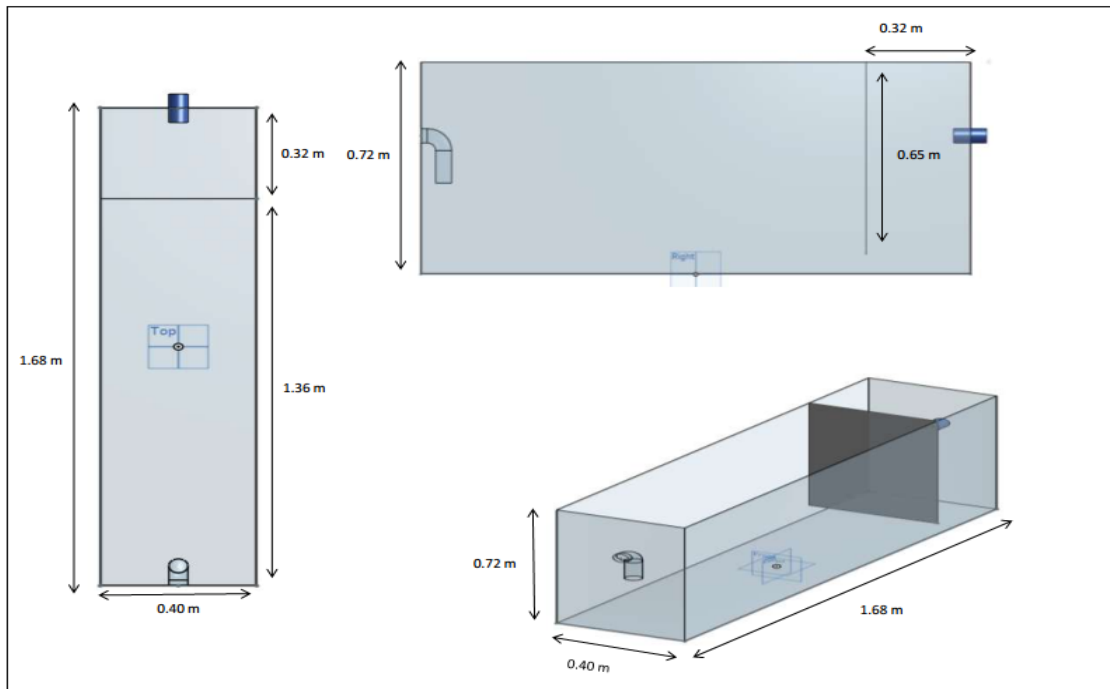
Actual y sustituye a la versión anterior : A-19/036317

Nº de Referencia	A-19/036317-M1	Tipo Muestra	AGUA RESIDUAL
Descripción	SALIDA SANITARIA SINTACTICAMENTE DE BUENAS	Fecha Em	20/06/2019

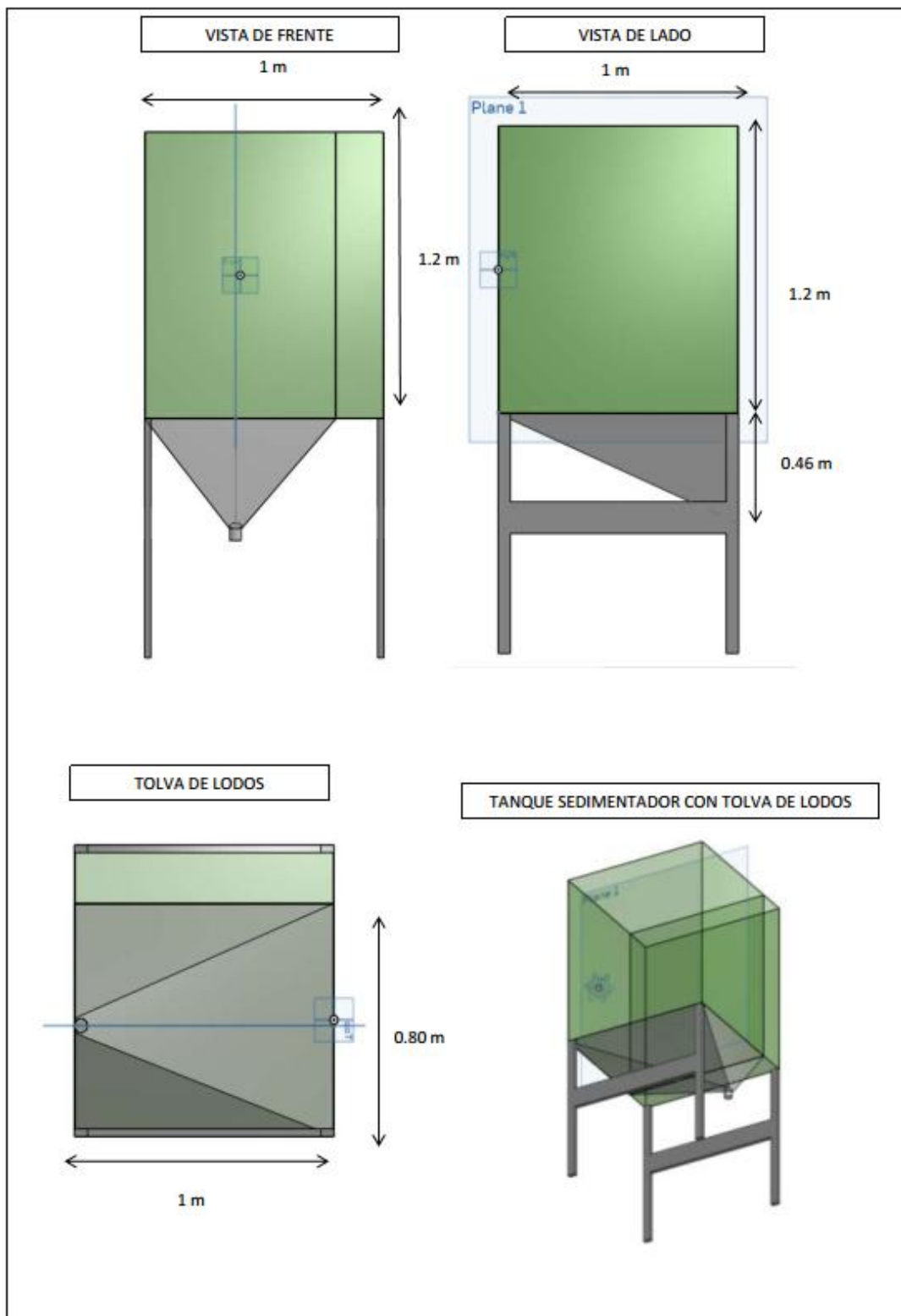
Parámetro	PN	Técnica	Ref Norma	Rango
NAPs				
Cincois	EPA 525.3 Modificado	Cromatog. GC/MS MS		8,000 - 64,00 µg/l
Dibencil (A,M) metileno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog. GC/MS MS		8,000 - 64,00 µg/l
Triclorobenceno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog. GC/MS MS		8,000 - 64,00 µg/l
Fluorobenceno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog. GC/MS MS		8,000 - 64,00 µg/l
Fluoreno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog. GC/MS MS		8,000 - 64,00 µg/l
Indeno (1,2,3-cd) pino	EPA 525.3 Modificado	Cromatog. GC/MS MS		8,000 - 64,00 µg/l
Naftaleno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog. GC/MS MS		8,000 - 64,00 µg/l
Pireno	EPA 525.3 Modificado	Cromatog. GC/MS MS		8,000 - 64,00 µg/l
SUMA NAP's	EPA 525.3 Modificado	Cromatog. GC/MS MS		8,00 - 1.000 µg/l
Componentes Fenólicos				
Fenoles	SM 5510.R.0	Espect. UV VIS		0,100 - 1,50 mg/L
BTEX				
* Benceno	EPA 8260D	Cromat. GC/MS P&T		0,010 - 10,0 mg/L
* Etilbenceno	EPA 8260D	Cromat. GC/MS P&T		0,01 - 10,0 mg/L
* SUMA BTEX	EPA 8260D	Cromat. GC/MS P&T		0,010 - 50,0 mg/l
* Tolueno	EPA 8260D	Cromat. GC/MS P&T		0,010 - 10,0 mg/L
* Xileno	EPA 8260D	Cromat. GC/MS P&T		0,010 - 10,0 mg/L
* Xileno	EPA 8260D	Cromat. GC/MS P&T		0,010 - 10,0 mg/L

IDEAM - INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y REGULACIONES AMBIENTALES. Para más información en relación a este servicio, comuníquese con el área de atención al cliente al teléfono 01-800-900-900.

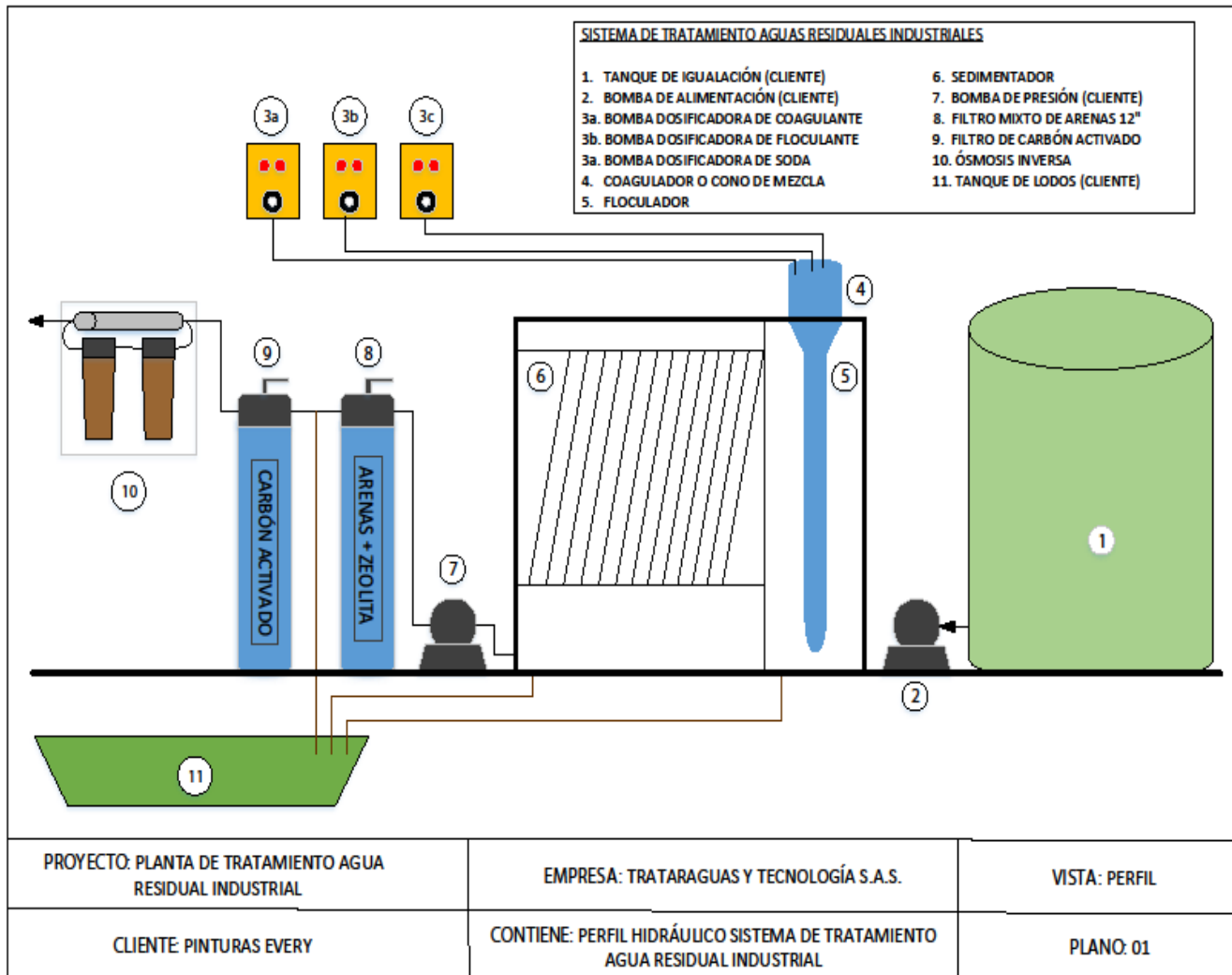
Anexo 2 TRAMPA DE GRASAS Y ACEITES

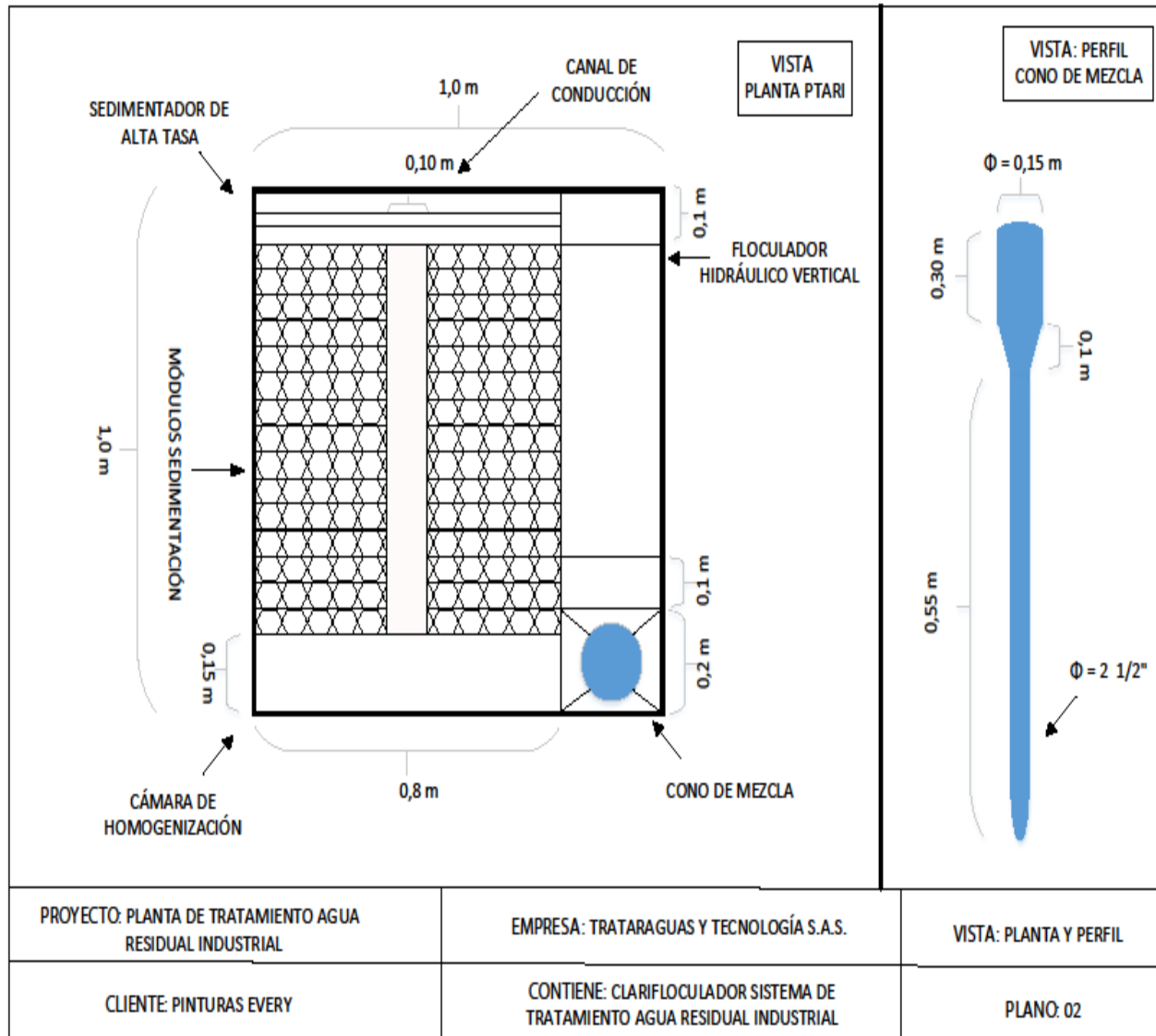


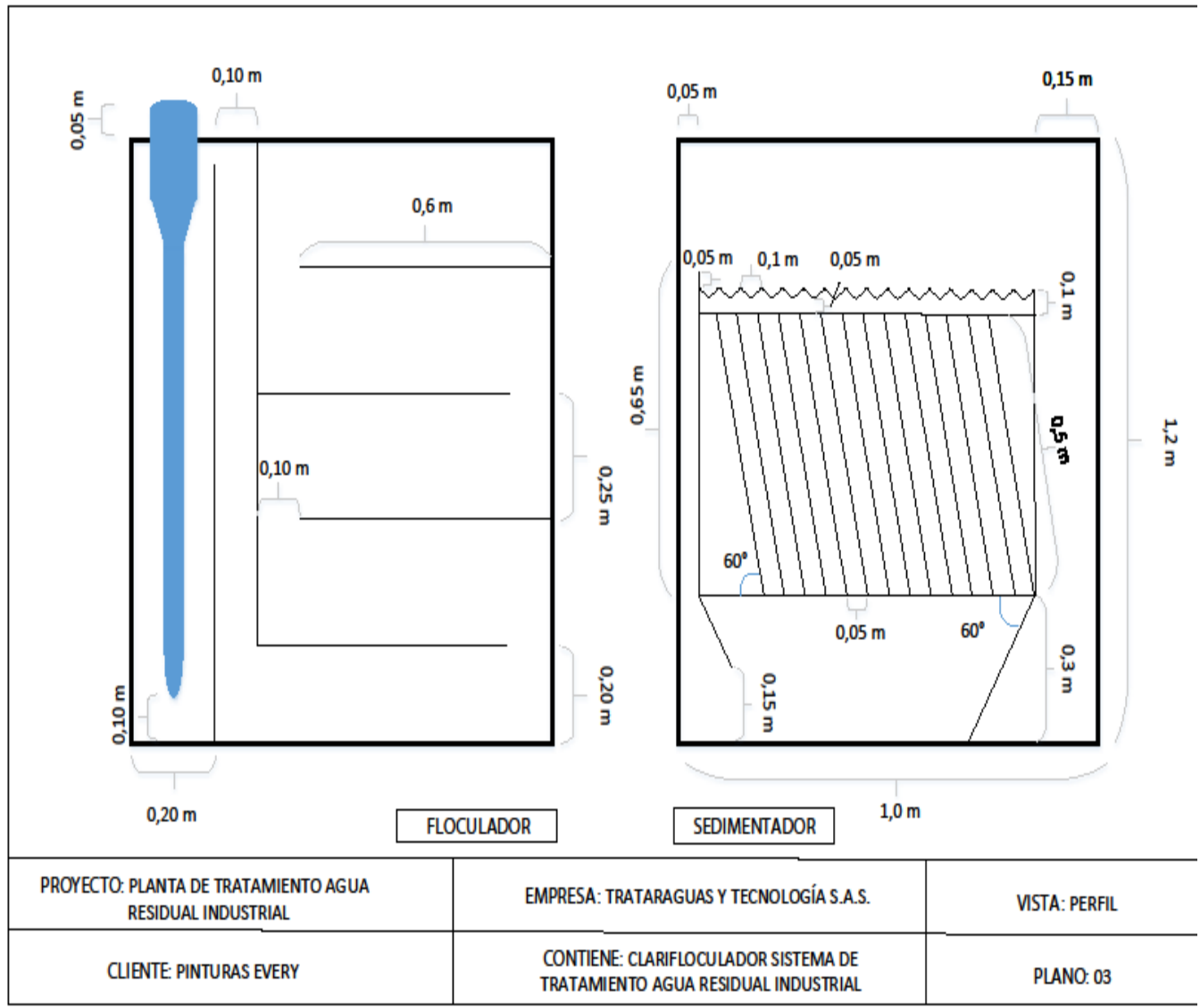
Anexo 3 TANQUE DE SEDIMENTACION CON TOLVA DE LODOS

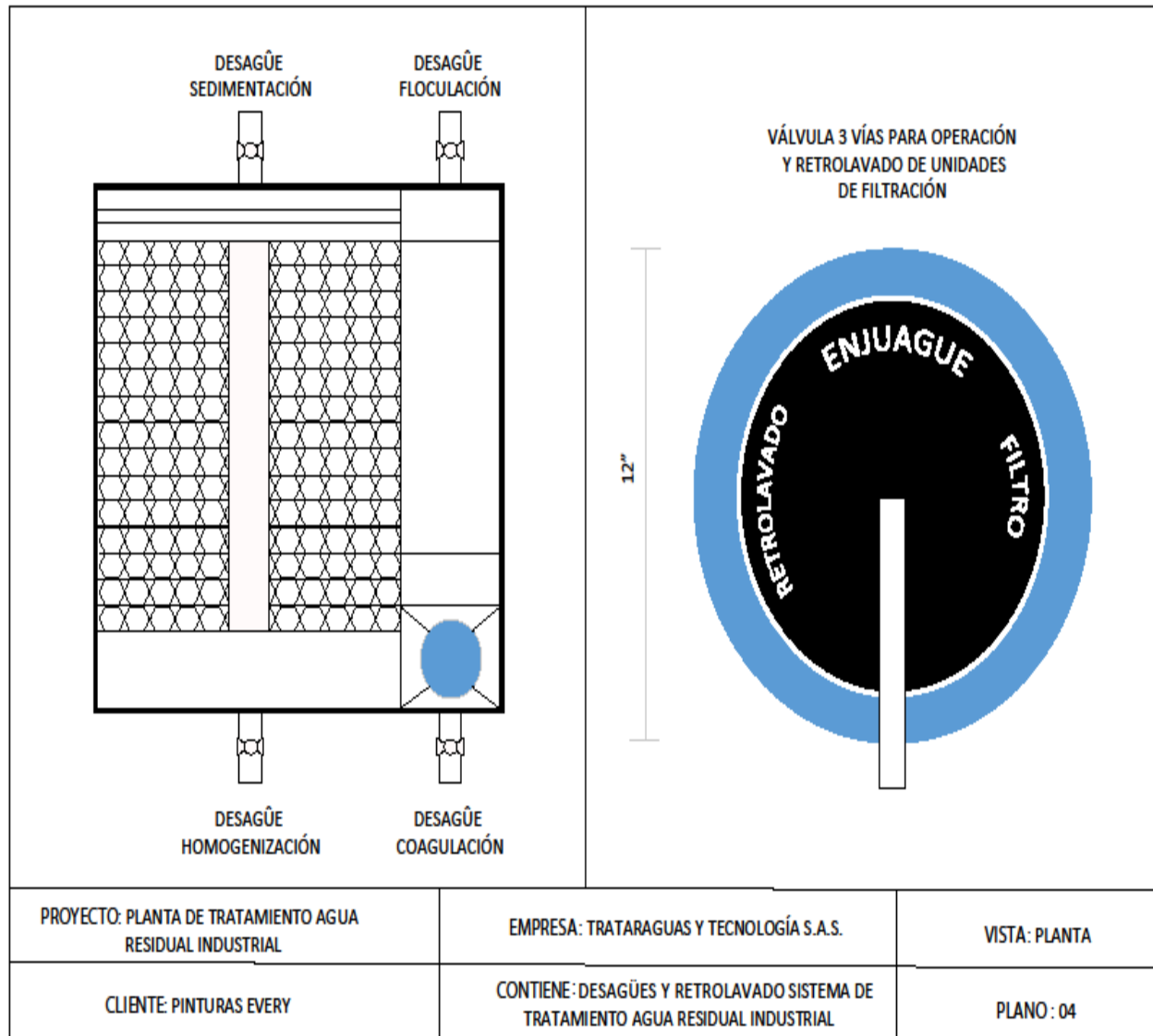


1.4 Anexo 4 PLANOS PTAR PINTURAS EVERY S.A.S









Anexo 5 COTIZACION MODULOS DE SEDIMENTACION

Bogotá D.C., 14 de agosto de 2019

Señores
PINTURAS EVERY
 Att: Ing. Diego Fernando Rico Forero
 Jefe de Mantenimiento
 Ciudad

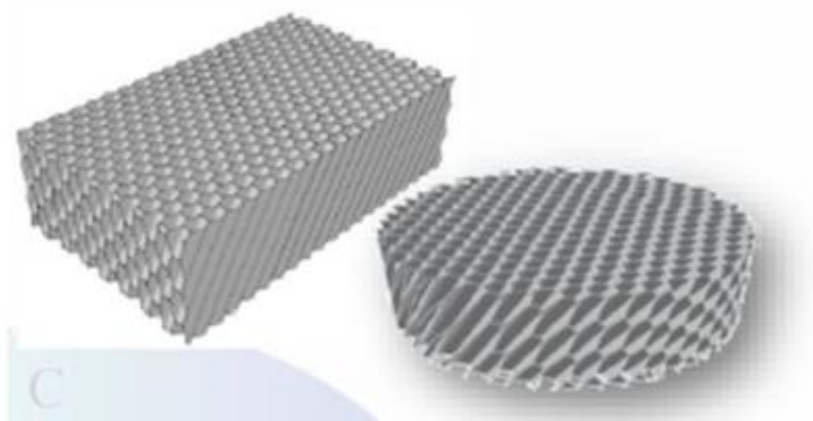
REF.: COTIZACIÓN No. 046-19 MÓDULOS DE SEDIMENTACIÓN

Cordial saludo Ing. Rico,

De acuerdo con su solicitud, me permito presentar oferta de:

1. MODULOS DE SEDIMENTACION:

Tanto los sedimentadores tubulares como los de láminas paralelas incrementan la capacidad de sedimentación de los clarificadores circulares y/o de las piletas de sedimentación rectangulares al reducir la distancia vertical que deben recorrer los floculados antes de aglomerarse para formar partículas de mayores de dimensiones.



Los sedimentadores tubulares emplean múltiples canales tubulares inclinados en un Angulo de 60°, adyacentes unos a otros cuya acción combinada resulta en una sedimentación efectiva y una reducción en el tiempo de sedimentación.

Los sedimentadores tubulares capturan los floculados finos que pueden sedimentarse y que escapan de la zona de clarificación subyacentes de los tubos permitiendo que los floculados de mayor tamaño se dirijan hacia el fondo del tanque para una mejor sedimentación. Los canales existentes en los sedimentadores tubulares aglutinan los sólidos formando una masa compacta a la cual ayuda a que los sólidos "resbalen" por los canales de los tubos.

2. ESPECIFICACIONES TECNICAS

FORMULACION	
Material	ABC 96%
Protectores	UV 1000
Resina para Brillo	C.N O.3%
Diluyente	Estireno 0.3%
Modificador	Houstring / Vox 500
Elastizante	3%
Pigmentacion	Negro 10%
MEDIDAS	
Largo	1.5 m
Ancho	0.03
Altura Recta	1.04 m
Altura inclinada	1.20.09 m
Inclinacion	60 ^o
Dimension del Hexagono	5 cm
Calibre	40 (1.00mm) 60 (1.50mm)
Peso/m ²	50Kg / / 70 Kg
PRODUCCION	
Metodo de Union	Termo - fusion
Diluyente	Estireno Monomero
Tiempo de union total	24 horas
Metodo de corte	Resistencia a 200°C
Terminacion	Pulido exterior

3. CONDICIONES COMERCIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	V/UNITARIO	V/TOTAL
1	Modulos de sedimentacion Altura 0.52 M calibre 40 1.00mm) en ABS Color negro	M2	0,7	\$ 750.000	\$ 525.000
VALOR TOTAL					\$ 525.000
Por favor en el momento de facturar aplicar IVA vigente					

Cabe mencionar, que los módulos serán entregados en Bogotá en la Planta de AQUANATURA.

Atentamente,



HENRY CARDENAS

Anexo 6 COTIZACION SOLDADA TANQUE DE SEDIMENTACION



Nit.900928650-6 Régimen común
Desgasificadora, mantenimiento carro tanques.
Fabricación, reparación y mantenimiento de calderas y equipos generadores de vapor.

Bogotá, septiembre 04 2019

Señores
PINTURAS EVERY
Atn. ING. DIEGO RICO
Ciudad.

En atención a su solicitud presentamos la siguiente cotización.

Trabajo a realizar

- Soldar lamina en contorno de 70 x 1.20 x 1.20 con argón acero inoxidable en calibre 1/8" parte interna de la petar
- Suministrar y Soldar parche en acero inoxidable de 15 x 14 con una semi curva.

CONDICIONES COMERCIALES:

Valor Total \$ 950.000 más IVA
Forma de pago: 50% anticipo 50% contra entrega
Tiempo de ejecución: un día
Garantía: 6 meses

Cordialmente

RUBEN DARIO GOMEZ
DTO. Técnico

Anexo 7 COTIZACION TOLVA TANQUE DE SEDIMENTACION



NIT.900928650-6 Régimen común
Desgasificadora, mantenimiento carro tanques.
Fabricación, reparación y mantenimiento de calderas y equipos generadores de vapor.

Bogotá, octubre 04 2019

Señores
PINTURAS EVERY
Atn. ING. DIEGO RICO
Ciudad.

En atención a su solicitud presentamos la siguiente cotización.

Trabajo a realizar

- Elaborar tolva de tanque de sedimentador de petar en acero inoxidable en calibre 1/8" parte interna de la petar
- Suministrar y Soldar en acero inoxidable

CONDICIONES COMERCIALES:

Valor Total \$ 2.500.500 más IVA

Forma de pago: 50% anticipo 50% contra entrega

Tiempo de ejecución: 15 día

Garantía: 6 meses

Cordialmente

RUBEN DARIO GOMEZ
DTO. Técnico

Avenida calle 17 No. 137 a -98 Fontibón Puente Grande. Parquedero Artisti
Cel. 320 4469873- 3177334843- 3103425997- 3046487387- E-mail. Pro_tanques@hotmail.com

Anexo 8 COTIZACION PRUEBA DE JARRAS



YARETH QUIMICOS LTDA

Soluciones para laboratorio

Nit. 900.208.833-8

Manual de usuario
Test de Jarras
Jar -Test
Floculador

COTIZACION 1963-LG

Bogotá, octubre 02 de 2019

Señores
PINTURAS EVERY SAS
Atn: ING LUIS FERNANDO ALEMAN
Ciudad

EQUIPO PARA PRUEBA DE JARRAS MARCA YQ

Modelo: Y-FL2



CONDICIONES COMERCIALES:

Descripción	UNID	V/UNITARIO	V/TOTAL
prueba de jarras marca yq modelo: y-fl2	1	2.500.000	2.500.000
VALOR TOTAL		IVA 19 %	2.975.000



YARETH QUIMICOS LTDA

Nit. 900.208.833-8

Phone: +57 (1) 4546003 (Spanish Only)

+57 (1) 2643414 (Spanish Only)

Address: Calle 44B No. 73C-07 Sur Barrio Lago Timiza

Bogotá D.C. - Colombia, CP 110841

www.yarethquimicos.com

Versión 3. 12-2019

Anexo 9 COTIZACION GENERADOR DE OZONO



COTIZACION # 3451- F

**INGENIERIA EN ENERGIAS Y
ALTERNATIVAS Y RENOVABLES**

NIT 901162417-0

FECHA	11 de octubre del 2019
COTIZACION	#3451-F
CLIENTE	PINTURAS EVERY SAS
VALIDO HASTA	30 de octubre del 2019

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: ING LUIS FERNANDO ALEMAN

CLIENTE: PINTURAS EVERY SAS

DIRECCION: KM 1.8 VIA MADRID – SUBACHOQUE

CIUDAD: MADRID CUNDINAMARCA

TELEFONO: 546 0505

DESCRIPCION	PRECIO UNIT	CANT	TOTAL
Generador de ozono para tratamiento de aguas residuales para una planta de tratamiento de un caudal de 0.27 l/s para las instalaciones de la empresa Pinturas Every SAS	6.450.000	1	6.450.000
Subtotal			6.450.000
Impuesto 19 %			1. 225.000
TOTAL			7.675.000

TERMINOS Y CONDICIONES

1. Al cliente se le cobrara después de la aceptación cotización
2. El cliente después de la aceptación de la cotización se le cobrara el 50 % para la separación y los otros 50 % después de le entrega del equipo
3. Por favor enviar la cotización firmada al email indicando anterior mente la aceptación del cliente (firma a continuación)

X _____

Nombres del cliente

Dirección Carrera 7 A 151 90 AP 201 BOGOTA, BOGOTA COLOMBIA
 CELULAR: (57) 3012477629 Email: info@ingeneal.com
 Nombre de contacto Jesús Maridáis

Anexo 10 CARACTERISTICAS GENERADOR DE OZONO


INGENEAL S.A.S

GENERADOR OZONO MOD. MLOX25


Equipo compacto con armazón construido en acero inoxidable Aisi 316, encontrándose en su interior un generador de oxígeno modelo Oxypac y sobre el mismo un generador de ozono mod. ST 25 Gr, está ensamblado en caja de poliéster reforzado con fibra de vidrio (IP65), de elevada resistencia al impacto, auto extingible, evitando la propagación de la llama en caso de incendio, no higroscópico y resistente a la corrosión manteniendo sus propiedades a baja y altas temperaturas.

Provisto de cierre de seguridad para su total protección se encuentra compuesto de puerta con apertura 90°.

Encontrándose en su interior un reactor de ozono de 25 gr. construido en acero inoxidable, autorefrigerados a través de un conjunto de ventiladores 120x120.

Fusibles de protección de carril interiores:

- Fusible Red 10A.
- General 5A
- Ozono / Oxígeno 2,5A

Los aparatos trabajan a 110 y 230 Voltios – 50 Hz



INGENEAL S.A.S



ISO 9001:2015

CONCENTRADOR OXIGENO MOD. OXYPACKT:

Dimensiones (Alto x Ancho x Profundo): 62,2 x 34,2 x 30,4 cm

Peso: 16,3 Kg

Índice de flujo: 0,5 a 5 l/min.

Porcentaje de Oxígeno: a 0,5 - 93% - 5 l/min. $\pm 3\%$

Presión de salida: 8.5 Psi.

Ambiente de Operación: 5°C a 39°C, rango de humedad de 10% a 90%

Nivel de ruido: 40.0 dbA (50 Hz)

Requisitos eléctricos: 110 y 230 V, 50 Hz

Consumo eléctrico: aprox. 290 W a 2 l/min. Aprox. 312 W a 5 l/min

Alarmas: Baja Presión, Alta Presión, suministro eléctrico interrumpido, Baja concentración y No flujo.

Válvula alivio de Presión: 40 psig ± 5 psig (276 kPa ± 34 kPa)

Clasificación: Tipo B

Alta pureza de oxígeno en el rango de flujo de 0, ... 5 l/min

Flujo variable hasta 5 l/min

Sensor OSD para un seguimiento continuo del nivel de pureza del oxígeno.

Interruptor eléctrico con función de reinicio.

Contador de horas.

Funcionamiento y mantenimiento sencillos.

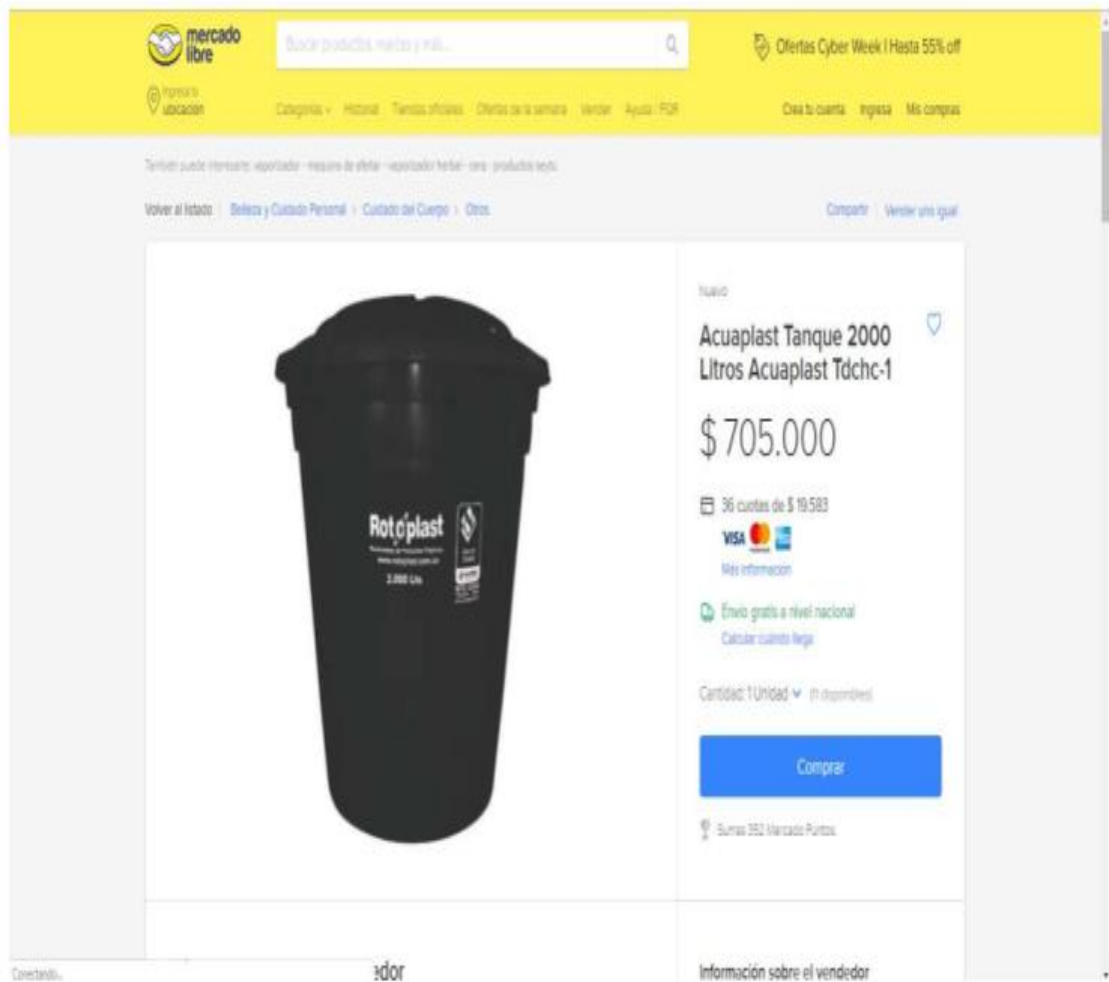
Conector de salida de datos compatible con Pc, portátil o Smart-Track para realizar un diagnóstico remoto de la unidad.

El sistema está provisto de una gestión inteligente de energía. Utiliza la tecnología Turn-down que provee de un menor consumo eléctrico para flujos por debajo de 2 l/min.

Bajo nivel sonoro, funcionamiento silencioso.



Anexo 11 COTIZACION TANQUE DE ALMACENAMIENTO



The image shows a screenshot of a product listing on the Mercado Libre website. The product is a black plastic water tank with a lid. The tank has the 'Rotoplast' logo and '2.000 Lit' printed on it. The product title is 'Acuaplast Tanque 2000 Litros Acuaplast Tdchc-1'. The price is listed as \$705.000. Below the price, it indicates '36 cuotas de \$ 19.583' and shows logos for VISA, MasterCard, and American Express. There is a 'Más información' link and a note about free shipping: 'Envío gratis a nivel nacional' with a 'Calcular cuánto llega' link. The quantity is set to '1 Unidad' and there is a blue 'Comprar' button. At the bottom, it says 'Sumar 353 Mercado Puntos' and 'Información sobre el vendedor'.

mercado libre

Buscar productos, marcas y más...

Ofertas Cyber Week | Hasta 55% off

Inicio Ubicación

Categorías · Historial · Temas oficiales · Ofertas de la semana · Vender · Ayuda · PQR

Crear tu cuenta · Ingresar · Mis compras

También puede interesarte: repartidor · mesero de buffet · repartidor hotel · otro · productos seño

Volver al listado · Belleza y Cuidado Personal · Cuidado del Cuerpo · Otros

Compartir · Verificar una cual

Rotoplast

Acuaplast Tanque 2000 Litros Acuaplast Tdchc-1

\$705.000

36 cuotas de \$ 19.583

VISA MasterCard American Express

Más información

Envío gratis a nivel nacional

Calcular cuánto llega

Cantidad: 1 Unidad (1 disponible)

Comprar

Sumar 353 Mercado Puntos

Información sobre el vendedor