

EMPRESA ECOSAM S.A.S

TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS PELIGROSOS GENERADOS EN EL
LABORATORIO DE AGUAS DE LA EMPRESA ECOSAM SAS

KAREN VIVIANA GÓMEZ NIETO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

BUCARAMANGA

2019

EMPRESA ECOSAM S.A.S

TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS PELIGROSOS GENERADOS EN EL
LABORATORIO DE AGUAS DE LA EMPRESA ECOSAM SAS

KAREN VIVIANA GÓMEZ NIETO

INFORME DE PRÁCTICA EMPRESARIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERA AMBIENTAL

DIRECTOR UNIVERSIDAD
CLAUDIA SOFÍA QUINTERO DUQUE
QUIMICA AMBIENTAL

DIRECTOR EMPRESA
OSCAR ANDRÉS CLARO GERARDINO
BIOLOGO MARINO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA

2019

DEDICATORIA

Mi trabajo de grado lo dedico a mis padres German y Teresa a quienes les tengo mucho aprecio y agradecimiento por darme la oportunidad de tener una carrera profesional que me abrirá muchas puertas en un futuro en la ámbito laboral y me ayudara de gran manera a recorrer este camino llamado vida.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

En primer lugar le agradezco a Dios por todas las bendiciones y felicidad que me da a diario, por hacer realidad mis sueños de ser una profesional, por colocar en mi vida maravillosas personas como mis padres que me enseñan a salir adelante a enfrentar los obstáculos día a día y a hacer realidad cada uno de las metas y logros propuestos.

A mis padres quien gracias a ellos soy lo que soy hoy, por educarme y corregirme en los momentos que era necesario, por hacer de mí una persona de bien con valores, muchas gracias por su apoyo amor y compañía durante esta etapa de mi vida y las que vienen por delante, por confiar en mí y darme la oportunidad de ser una profesional.

A mi hermana por su apoyo y amor, por ser mi cómplice en cada una de mis aventuras por estar a mi lado en los buenos y malos momentos, por acompañarme en cada una de las metas y logros que emprenda en mi vida.

A los profesores que hicieron parte de mi formación durante esta etapa de aprendizaje no solo en la formación de un profesional sino también en la formación como persona con valores éticos y morales para ser un mejor profesional.

A mis amigos quienes hicieron que esta etapa de mi vida fuera mejor, compartiendo momentos de felicidad, días de estudio y aprendizaje

A la empresa ECOSAM por darme la oportunidad de realizar mi etapa lectiva, y poner en práctica los conocimientos adquiridos en la universidad y de adquirir nuevos conocimientos que solo en el campo del trabajo se van aprendiendo.

A mis compañeros de trabajo en la empresa gracias por acogerme, compartir conmigo y hacer de mi etapa lectiva la mejor, de cada uno aprendí algo y sobre todo el compañerismo, se puede tener el conocimiento pero sin personas quienes te apoyen y te ayudan a expandirlo no se puede ser el mejor profesional.

RESUMEN GENERAL.....	10
GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE	11
INTRODUCCIÓN.....	12
1. GENERALIDADES	16
1.1.GENERALIDADES DE LA EMPRESA	16
1.2.UBICACIÓN	16
1.3.MISIÓN.....	17
1.4.VISIÓN	17
1.5. POLÍTICA DE CALIDAD	17
2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....	18
3. ANTECEDENTES	19
4. JUSTIFICACIÓN.....	20
5. OBJETIVOS	21
5.1. OBJETIVO GENERAL	21
5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	22
6. MARCO TEÓRICO	22
6.1 RESIDUOS PELIGROSOS	24
6.2 CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.....	24
6.3 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	26

6.3.1. Conocimiento técnico	26
6.3.2. Listas de Clasificación	28
6.3.3 Caracterización fisicoquímica	29
6.4 PARAMETROS FISICOQUÍMICOS	31
6.5 PGIRRESPEL.....	36
6.5.1 Tratamiento de Residuos Peligrosos.....	38
6.6 Marco Legal	42
7. METODOLOGÍA	44
7.1 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS RESIDUOS.....	44
8. RESULTADOS Y DISCUSIONES	50
8.1 CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.....	50
8.2 CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS	51
8.3. CALCULOS MATEMÁTICOS.....	54
8.4 RESIDUOS GENERADOS AL MES	61
8.5 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SEGÚN EL CATALOGO DE RESIDUOS	64
EUROPEOS	64
8.6 ETIQUETAS DE LOS RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS	65
8.7 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS	65
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67

9.1Conclusiones	67
9.2 RECOMENDACIONES	68
10. BIBLIOGRAFIA.....	70
Bibliografía	70
11. ANEXOS	72

Lista de Tablas

TABLA 1. REACTIVOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE ALCALINIDAD	47
TABLA 2. REACTIVOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE NITRITOS	47
TABLA 3 REACTIVOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE NITRATOS	48
TABLA 4 REACTIVOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE GRASAS Y ACEITES	49
TABLA 5. REACTIVOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE DQO.....	50
TABLA 6. REACTIVOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE DBO	51
TABLA 7. CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD DE LOS REACTIVOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO	52
TABLA 8. NUMERO DE MUESTRAS REALIZADAS POR CADA ANÁLISIS	54
TABLA 9. NUMERO DE MUESTRAS REALIZADAS POR CADA ANÁLISIS	55
TABLA 10. NÚMERO DE CONTROLES REALIZADOS POR CADA ANÁLISIS	55
TABLA 11. CONCENTRACIONES DEL REACTIVO UTILIZADO EN EL ANÁLISIS DE ALCALINIDAD	57
TABLA 12. CONCENTRACIONES DE LOS REACTIVOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE NITRITOS	58
TABLA 13. CONCENTRACIONES DE LOS REACTIVOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE NITRATOS	59
TABLA 14. CONCENTRACIONES DE LOS REACTIVOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE DQO.....	60
TABLA 15. CONCENTRACIONES DE LOS REACTIVOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE DBO	61

TABLA 16. VOLUMEN DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN CADA ANÁLISIS A

TRATAR62

TABLA 17. VALOR DE LA MASA GENERADO POR LOS RESIDUOS DE LOS ANÁLISIS

DE INTERÉS63

TABLA 18. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE ECOSAM SEGÚN CATALOGO DE

RESIDUOS EUROPEO65

TABLA 19. VALOR DE PH MEDIDO EN LOS RESIDUOS GENERADOS EN LOS ANÁLISIS

DE INTERÉS67

TABLA 20. VALOR DE PH DE LA MEZCLA DE RESIDUOS DE DBO, ALCALINIDAD Y

GRASAS Y ACEITES68

Lista de Ecuaciones

ECUACIÓN 1. FORMULA DE LAS CONCENTRACIONES.....	56
ECUACIÓN 2. FORMULA CONCENTRACIÓN FINAL	56
<i>ECUACIÓN 3. FORMULA DE LA DENSIDAD</i>	<i>63</i>
<i>ECUACIÓN 4. DESPEJE DE LA MASA DE LA FORMULA DE LA DENSIDAD</i>	<i>63</i>

Lista de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. UBICACIÓN SATELITAL DE LA EMPRESA ECOSAM S.A.S	18
ILUSTRACIÓN 2. INSTALACIONES EXTERNAS DE LA EMPRESA	19
ILUSTRACIÓN 3. ESQUEMA DE UN BALANCE DE MASAS	29
ILUSTRACIÓN 4. HOJA DE SEGURIDAD DE REACTIVOS	30
ILUSTRACIÓN 5. PRINCIPALES REACCIONES EN EL ANÁLISIS DE DQO	35
ILUSTRACIÓN 6. TRATAMIENTOS FÍSICOS	41
ILUSTRACIÓN 7.PRINCIPALES TRATAMIENTOS QUÍMICOS DE RESIDUOS	42
ILUSTRACIÓN 8. TRATAMIENTOS FISICOQUÍMICOS PARA RESIDUOS LÍQUIDOS ..	42
ILUSTRACIÓN 9.TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS DE RESIDUOS LÍQUIDOS	43
ILUSTRACIÓN 10.TRATAMIENTOS TÉRMICOS PARA RESIDUOS LÍQUIDOS	43
ILUSTRACIÓN 11. CATEGORÍAS DE GENERADORES DE RESPEL	64
ILUSTRACIÓN 12. PORCENTAJES DE GENERACIÓN DE RESIDUOS POR CADA UNO DE LOS ANÁLISIS DE INTERÉS REALIZADOS EN ECOSAM SAS	64
ILUSTRACIÓN 13. ETIQUETA PARA LOS RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS	66
ILUSTRACIÓN 14. MEDICIÓN DE PH A LOS RESIDUOS LIQUIDOS PELIGROSOS	67

RESUMEN GENERAL

TITULO: TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS PELIGROSOS GENERADOS EN EL LABORATORIO DE AGUAS DE LA EMPRESA ECOSAM SAS

AUTOR(ES): Karen Viviana Gómez Nieto

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR(A): Claudia Sofía Quintero Duque

RESUMEN

El presente trabajo de grado aborda el tema de tratamiento de residuos líquidos peligrosos generados en los laboratorios ambientales específicamente en el laboratorio de aguas de la empresa ECOSAM SAS (Empresas Colombianas con Soluciones Ambientales) ubicada en la ciudad de Bucaramanga, allí se realizan análisis físico químicos de laboratorio los cuales requieren del uso de reactivos los cuales son peligrosos tanto para el ser humano como para el medio ambiente. Al realizar los cálculos matemáticos se determinó que la cantidad de reactivo por mililitro de residuo líquido generado en cada uno de los análisis mencionados anteriormente, presentan concentraciones finales pequeñas para los análisis de DBO, alcalinidad, grasas y aceites debido a que sus principales reactivos son ácidos corrosivos que dependiendo de su pH se pueden mezclar y neutralizar entre ellos mismos y de este modo ser vertidos al alcantarillado, para el caso de los nitritos y nitratos las concentraciones finales también se pueden decir que son pequeñas pero a pesar de esto los reactivos utilizados presentan características peligrosas que al combinarse un residuo con el otro no se sabe de qué manera reaccionen, por lo cual se recomienda realizar pruebas de bioensayos con especies de fauna y flora en presencia de estas sustancias, estos residuos se deben almacenar por separado y no mezclarse entre sí, Para el análisis de la DQO también se realizaron los cálculos matemáticos pero a pesar de dar concentraciones bajas el uso de reactivos que contienen mercurio hacen que este residuo no se pueda tratar de manera económica dentro de las mismas instalaciones de la empresa por lo tanto es mejor que sea recogido y tratado por la empresa prestadora de estos servicios especializados para residuos peligrosos. A su vez se propuso almacenar los residuos de los análisis de alcalinidad, DBO grasas y aceites en un mismo recipiente plástico de 12 galones y al estar en su totalidad lleno medir el pH y neutralizar los residuos

PALABRAS CLAVE:

Reactivos, Residuos líquidos peligrosos, dilución, análisis, tratamiento

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO


63 369067

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: TREATMENT OF HAZARDOUS LIQUID WASTE GENERATED IN THE WATER LABORATORY OF ECOSAM SAS

AUTHOR(S): Karen Viviana Gómez Nieto

FACULTY: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR: Claudia Sofia Quintero Duque

ABSTRACT

This degree work specifically addresses the issue of treatment of hazardous liquid waste in environmental laboratories in the laboratory of waters of the company ECOSAM SAS (Empresa Colombiana con soluciones ambientales) located in the City of Bucaramanga, there are physical analysis chemical laboratory which require the use of reagents resulting characteristics be dangerous both for human beings and environment. When performing mathematical calculations determined that the amount of reagent per milliliter of waste liquid generated in each of the analyses mentioned above, present small final concentrations for the analysis of BOD, alkalinity, fats and oils since its main reagents are corrosive acids that depending on its pH can mix and neutralize each other, and in this way be dumped into the sewer, in the case of the nitrites and nitrates the final concentrations also are they can say that they are small but despite this reagents have dangerous characteristics that combined a residue with another not known how to react, so it is recommended to perform bioassay tests for the behavior of plants or animals in the presence of these substances, these wastes must be stored separately and not mixed with each other, for the analysis of cod were also the math caculations but despite low concentrations give the use of reagents containing mercury make this residue not s Beardsley treat economically within the same facilities of the company by the It was determined that it is better to be collected and treated by the company that provides these services for hazardous waste. At the same time proposed storing waste from the analysis of alkalinity, BOD fats and oils in a plastic pot 12 gallons and the nights in full measure the pH and neutralize waste with water samples that surplus to conduct the analysis of BOD and to achieve neutrality for its subsequent shedding to the sewer system.

KEYWORDS:

reagent, Liquid dangerous residues, dilution, analysis, treatment

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK


63369067B/r

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las leyes ambientales han ido tomando mayor relevancia llevando a las autoridades ambientales asumir mayor control sobre ellas, uno de los recursos naturales que cuenta con mayor legislación y regulación en Colombia es el recurso agua en cualquiera de sus formas (natural, residual doméstica o industriales), debido a que el país cuenta con gran variedad de fuentes hídricas, las cuales con el paso del tiempo se han visto afectadas a causa de las actividades antrópicas que se desarrollan cada vez con mayor frecuencia.

Los diferentes vertimientos que se realizan en las fuentes hídricas provenientes de la industria, hospitales y aguas residuales domesticas han generado impactos negativos en estos cuerpos hídricos, tales como: la perdida de oxígeno disuelto, acidificación o basificación de las aguas, cambios en el color olor y sabor del agua, aumento de solidos totales y presencia de sustancias nuevas que se disuelven en el agua (metales, plaguicidas, insecticidas, fenoles, etc). Debido a estos cambios en el recurso hídrico la legislación exige a las empresas realizar monitoreo y análisis de laboratorio para conocer la composición de las aguas residuales que se vierten a los cuerpos hídricos, ya sea, de manera directa como el vertimiento puntual a las fuentes hídricas, o de manera indirecta a través de las redes de alcantarillado de las ciudades, por medio de la Resolución 631 del 2015 se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.

Los parámetros exigidos por la normatividad se realizan en los laboratorios de aguas acreditados por el IDEAM, al ejecutar estos análisis se generan residuos, que en su gran mayoría son peligrosos por presentar características corrosivas, inflamables, cancerígenas, radioactivas,

explosivas, tóxicas que pueden causar riesgos al ser humano y efectos adversos al medio ambiente (Sistema de Información Ambiental de Colombia), al incrementar el control por parte de las entidades ambientales en cuanto a los vertimientos que se realizan en las fuentes hídricas superficiales y subterráneas también incremento la demanda de análisis a realizar en los laboratorios y a su vez la generación de residuos peligrosos por lo que se hizo necesario la elaboración de Planes de Gestión Integral de Residuos Peligrosos (PGIRESPEL).

Los PGIRRESPEL deben contener como mínimo prevención y minimización de residuos peligrosos (actividad, clasificación y cuantificación de los residuos generados), manejo interno ambiental seguro (almacenamiento, recolección movilización de los residuos y plan de contingencia), manejo externo ambientalmente seguro (tratamiento y disposición final de residuos peligrosos) (Murillo Castro, 2014).

Uno de los análisis químicos de interés para este proyecto es el de alcalinidad siendo uno de los estudios que con mayor frecuencia son solicitados por los clientes a los laboratorios, ya que, con este se puede conocer la capacidad que tiene el cuerpo hídrico para neutralizar ácidos y servir como amortiguador de los cambios de pH, tiene límites razonables entre 30 mg/l de CaCO_3 y 200 mg/l CaCO_3 si se presentan valores menores quiere decir que el agua presenta características corrosivas (Aguamarket, 2017), dentro la ejecución de este análisis se produce un residuo peligroso por su característica corrosiva (Veleño Orozco, 2018), por lo que para su disposición final el tratamiento aconsejable a utilizar es la neutralización (Florez Coto, Valladarez Cortez, & Villegas Portillo, 2013) la cual consiste en las reacciones que se da entre los iones hidróxidos de una base y un ion hidrogeno de un ácido para formar moléculas de agua

hasta obtener un pH de 7 lo cual indica que el agua se encuentra neutra y no va a causar problemas de corrosión en las tuberías y demás sitios por donde circule.

Además de este análisis químico también se va a evaluar la composición de los análisis de DQO, DBO, Nitritos, Nitratos, grasas y aceites, los cuales también se encuentran acreditados por el IDEAM para ser realizados dentro del laboratorio de aguas de la empresa ECOSAM, el análisis de DBO es uno de los que mayor cantidad de residuos genera, ya que requiere de un volumen mayor de muestra con respecto a los requeridos en los otros análisis y es uno de los parámetros solicitado con mayor frecuencia por los clientes, ya que con él se puede conocer la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para degradar la materia orgánica vertida a las fuentes hídricas y de esta manera poder evaluar la autodepuración de las fuentes superficiales o tipo de tratamiento a utilizar en las plantas de tratamiento de agua residual, la degradación de las cargas orgánicas vertidas por parte de industrias y demás actividades antrópicas a las fuentes hídricas también se puede determinar mediante el análisis de demanda química de oxígeno el cual genera menor cantidad de residuo con respecto al generado en el análisis de DBO pero a su vez es un residuo con mayor toxicidad con respecto al de la DBO, ya que durante su análisis se utilizan reactivos con características peligrosas como lo es el sulfato de mercurio que es tóxico, mutagénico, carcinógeno, y dañino para el medio ambiente, estos dos análisis son unos de los que mayor demanda tiene por parte de los clientes, ya que se pueden realizar en aguas superficiales naturales y en aguas residuales domésticas o no domésticas.

Los análisis de nitritos y nitratos también son realizados en aguas superficiales como en aguas residuales domésticas o no domésticas debido a su importancia principalmente en la

calidad del agua, ya que su presencia es a causa de contaminación de tipo fecal generando bacterias son peligrosas para el ser humano

El análisis de grasas y aceites requiere de un volumen parecido al de la DBO y también es de gran importancia en las aguas superficiales, ya que, su presencia en el agua se impide la reoxigenación de los cuerpos hídricos y evita la actividad fotosintética generando una capa que absorbe la radiación solar. Además también aumentan los valores de DQO ya que en su etapa oxidativa consumen alto contenido de oxígeno

1.1.GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1.GENERALIDADES DE LA EMPRESA

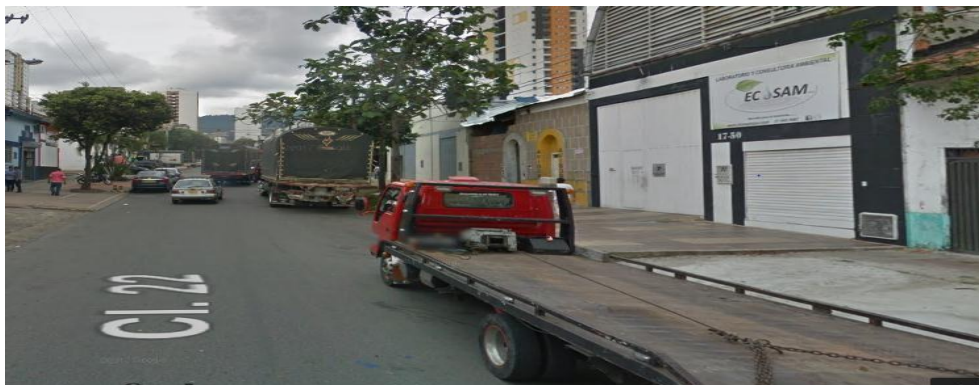
ECOSAM ofrece a los clientes servicios en: monitoreo y análisis de laboratorios (agua, Hidrobiología y suelo); asesoría, diseño y control en infraestructuras; asesoría e implementación de la normatividad vigente; y asesoría y ejecución en planes de gestión ambiental. (ECOSAM SAS)

La empresa ECOSAM S.A.S se encuentra ubicada en la Calle 22 # 17-50 del barrio La Mutualidad de la ciudad de Bucaramanga. En la ilustración 1 se puede observar la ubicación de la empresa vía satelital

Fuente: <https://bit.ly/2X3L70Z>

En la ilustración 2 se puede observar las instalaciones exteriores de la empresa

Ilustración 2. Instalaciones Externas de la Empresa



Fuente: <https://bit.ly/2LmDbpN>

1.3.MISIÓN

Proporcionar a nuestros clientes un servicio óptimo y de calidad en todos los procesos de toma y análisis de muestras ambientales, asesorías, planes de gestión ambiental, interpretación de resultados, diseños y gestión de procesos. Poniendo a su disposición herramientas, personal y tecnología que al ser optimizadas continuamente, satisfagan de forma confiable los requerimientos ambientales que necesiten cumplir. (ECOSAM, 2019)

1.4.VISIÓN

Para el año 2023 ser reconocida como una de las empresas ambiental líder en el oriente Colombiano por su calidad profesional y humana, al consolidar procesos innovadores de análisis, investigación y asesorías; manteniéndonos comprometidos en el continuo desarrollo sostenible del país ampliando nuestra acreditación referente a los parámetros en la matriz aguas. (ECOSAM, 2019)

1.5. POLÍTICA DE CALIDAD

Ofrecer un servicio completo, personal e íntegro a cualquier cliente potencial del territorio nacional mediante la capacidad y experiencia técnica complementada con un profundo

y serio manejo del área administrativa y comercial que le permita apreciar a sus clientes fluida atención para desenvolver eficazmente todas sus necesidades relacionadas. (ECOSAM, 2019)

2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

La ejecución de la práctica se llevara a cabo en la empresa ECOSAM SAS (Empresa colombiana con soluciones ambientales) durante un periodo de 4 meses, la empresa en la actualidad cuenta con los laboratorios de aguas, microbiología e hidrobiología generando en cada uno de ellos diferentes tipos de residuos peligrosos provenientes del uso de reactivos correspondiente a los análisis realizados en los respectivos laboratorios, el principal generador de residuos peligrosos en la empresa es el laboratorio de aguas debido a que allí se realiza la mayor cantidad de análisis puesto que es el laboratorio que cuenta con mayor cantidad de procedimientos acreditados por el IDEAM lo cual con lleva a que el volumen de muestra requerido a comparación de los otros laboratorios sea mayor.

Los residuos líquidos generados en el laboratorio de guas son considerados peligrosos debido a sus características corrosivas, inflamables, toxicas, reactivas; actualmente la empresa DESCONT es la encargada de la recolección y disposición final de estos residuos con una frecuencia de 4 meses, mientras tanto los residuos son almacenados en galones (12 litros) plásticos y depositados en el punto de almacenamiento de la empresa, además de generar peligro el almacenamiento de estos residuos su disposición final implica un costo adicional a la empresa por ello es necesario optar por un tratamiento económico donde la disposición final sea realizada en la empresa y con un periodo de tiempo menor a los 4 meses.

Por lo tanto se plantea un tratamiento físico- químico con el cual se busca reducir la peligrosidad de estos residuos y que puedan ser vertidos directamente al alcantarillado público, para ello se debe determinar la composición química y cantidad generada por cada uno de los

análisis a tratar y de esta forma llevar acabo la disposición final de estos residuos y su vez proporcionar a la empresa un tratamiento económico y sostenible.

3. ANTECEDENTES

El aumento de los residuos tóxicos provenientes del uso de químicos en actividades como las realizadas en los laboratorios ambientales y en los de enseñanza por parte de las universidades y demás instituciones educativas género que en Colombia se realizara mejoras a la normatividad en cuanto al componente ambiental, de acuerdo al informe nacional de generación y manejo de residuos o desechos peligrosos publicado en noviembre del 2016 por el IDEAM esta problemática fue abordad por primera vez en la cumbre de rio en el año de 1992 donde se determinó que era importante que los países abordaran una “Gestión Ecológicamente Racional de los Productos Químicos Tóxicos”, por ello Colombia tomo medidas y se suscribió al Convenio de Basilia mediante la ley 253 de 1996 y posteriormente expide el decreto 4741 de 2005 donde se reglamenta el manejo de los residuos peligrosos.

El tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de aguas o químicos ha sido tema de investigación por parte de las universidades, ya que, mucha de ellas cuentan con laboratorios para la enseñanza de sus estudiantes, en la tesis de Lucia Riacos y Mabel Tupaz se describe como las universidades en Colombia han ido avanzando en la investigación del tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos por ejemplo en el año 2005 la universidad de Nariño realizo una caracterización de los residuos químicos y una propuesta alternativa para la disposición final de los residuos, en el año 2010 la Universidad de Santander desarrollo un plan de manejo ambiental sobre la disposición final de residuos líquidos provenientes de 7 laboratorios que funcionaban dentro del campus por medio de la reutilización, reciclado, neutralización y vertimiento teniendo en cuenta las leyes que rigen para cada tipo de

procedimiento, por ultimo también en el artículo se menciona la importancia de la implementación del uso de estrategias de producción más limpia (PML).

A finales del año 2012 la universidad Nacional de Colombia publica el artículo denominado “sistemas de tratamiento para residuos líquidos generados en laboratorios de análisis químico” en el cual se aborda la aplicación de tratamientos para los residuos peligrosos generados en los laboratorios donde se realizan análisis químicos , debido a que estos están llevando a una crisis en la gestión integral de residuos peligrosos tanto para entidades públicas como privadas, como resultado de esta investigación se obtuvo que los tratamientos biológicos y fisicoquímicos resultaban ser económicos y sostenibles con porcentajes de eficiencia del 70% en adelante, para que esto ocurra también se debe tener en cuenta el tipo de residuo y de esta manera elegir un tratamiento biológico o físico-químico. (Berrio, Beltran, Agudelo, & Cardona, 2012)

En la empresa ECOSAM SAS en el año 2018 se elaboró una propuesta de tratamiento de los residuos peligrosos la cual fue combinar los residuos provenientes de los análisis de alcalinidad dureza, grasas y aceites a los cuales se les aplico el tratamiento de neutralización agregando ácido nítrico HNO_3 , estos residuos después de tratados se les analizo los parámetros requerido por la resolución 631 de 2015 acreditados por el IDEAM y de esta manera cumplieron con los valores máximo permisibles para realizar el vertimiento del agua tratada al alcantarillado público. (Beleño Orozco, 2018)

4. JUSTIFICACIÓN

Dentro de los análisis realizados en el laboratorio de aguas de la empresa ECOSAM SAS, se encuentran los análisis de alcalinidad, nitritos, nitratos, grasas y aceites los cuales son unos de los más solicitado por los clientes en los proyectos que ingresan al laboratorio por lo tanto se genera mayor cantidad de residuos peligrosos en comparación a los que se obtienen de los otros

análisis; por esta razón se decide tratar este tipo de residuos, además con la última acreditación expedida por el IDEAM se puede realizar el análisis de DQO acreditado, el cual también es un análisis solicitado con mayor frecuencia por los clientes siendo este un parámetro importante de cumplir de acuerdo a la normativa colombiana de vertimientos en alcantarillado público o en fuentes hídricas naturales.

En la empresa se había propuesto otra forma de tratar estos residuos que era combinar los residuos de alcalinidad junto con los de DBO5, grasas, y aceite aplicando el tratamiento de neutralización, pero en los últimos meses los análisis antes mencionados no llegan con la misma proporción que los de la demanda bioquímica de oxígeno razón por la cual se hace necesario tratarlos de manera individual para poder garantizar un buen tratamiento final de estos residuos.

Aplicando tratamientos físico-químicos como la neutralización se puede verter el agua por el alcantarillado sin que vaya a causar impactos negativos en el medio ambiente y en las tuberías que conectan con la red pública siempre y cuando cumpla con los parámetros establecidos por la normativa colombiana en este caso la Resolución 0631 DE 2015.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar procesos Físico-químicos para tratar los residuos líquidos proveniente de análisis (alcalinidad, DQO, Nitritos, Nitratos, DBO, grasas y aceites) realizados en el laboratorio de aguas de la empresa de ECOSAM SAS.

5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar la composición química de los residuos líquidos peligrosos generados por los análisis (alcalinidad, DQO, Nitritos, Nitratos, DBO, grasas y aceites) realizados dentro del laboratorio de aguas de ECOSAM SAS.
- Cuantificar los residuos peligrosos generados en los análisis (alcalinidad, DQO, DBO, Nitritos, Nitratos grasas y aceites) realizados en el laboratorio de aguas de ECOSAM SAS.
- Clasificar los residuos generados en la empresa ECOSAM SAS de acuerdo a la lista del convenio de Basilea y el Catalogo europeo de residuos
- Definir el procedimiento físico-químico para tratar los residuos líquidos peligrosos generados a partir del análisis de (alcalinidad, DQO, DBO, Nitritos, Nitratos, grasas y aceites).

6. MARCO TEÓRICO

Al abordar el tema del componente ambiental lo que se busca es garantizar la mejora de la calidad de vida de las personas a través del cuidado preservación y desarrollo sostenible del medio ambiente, en la actualidad se ha convertido en uno de los mayores retos para los países desarrollados y subdesarrollados llevándolos a tomar medidas necesarias para el control y seguimiento de cada uno de los recursos naturales o ejes que conforman el aspecto ambiental,

En lo que respecta a Colombia se ha tratado de abarcar todos los recursos naturales pero en el que se ha visto mayor rigurosidad y avances ha sido en el recurso agua siendo este un compuesto con características únicas y de gran importancia para el desarrollo del ser humano y determinante en todos los procesos físicos y químicos que ocurren en la naturaleza, a su vez es el compuesto con mayor abundancia en el planeta cumpliendo un papel importante en el ciclo hidrológico el cual consiste en la circulación del agua en sus distintos estados y de esta manera

abastecer la demanda hídrica de cada una de las zonas del planeta, en la actualidad en todas las partes del planeta se está evidenciando una disminución de la oferta hídrica como consecuencia del deterioro ambiental que han venido sufriendo los cuerpos hídricos a causa de las diferentes actividades antrópicas que se desarrollan de manera acelerada a medida que pasa el tiempo.

Este impacto negativo ha llevado a tomar medidas urgentes en cada uno de los gobiernos, siendo una de ellas el seguimiento de los vertimientos realizados a las fuentes hídricas a través de monitoreo, que deben realizar las mismas industrias quienes estén realizando descargas a fuentes de agua superficial, subterráneas o directamente a las redes de alcantarillado, dependiendo de la actividad económica que realicen se establecen los parámetros que se deben analizar con sus respectivos límites permisibles, en Colombia a raíz de esta propuesta se han emitido distintas leyes o resoluciones la más reciente es la resolución 0631 de 2015 la cual abarca gran variedad de actividades económicas desglosadas en 16 artículos.

En la actualidad con el aumento de industrias también ha aumentado los índices de contaminación de las fuentes hídricas, por lo tanto las autoridades ambientales correspondientes a cada zona del país exigen con mayor frecuencia que las empresas realicen sus respectivo monitoreo y reporten los resultados obtenido a través de informes ante la autoridad ambiental, esto significó una demanda de análisis fisicoquímicos en los diferentes laboratorios ambientales acreditados por el IDEAM.

Los laboratorios ambientales al cumplir con la demanda de análisis solicitados generan mayor cantidad de residuos peligrosos principalmente en estado líquido debido al uso de reactivos los cuales en su mayoría presentan alguna o varias características peligrosas , por lo cual fue necesario crear los planes de gestión integral de residuos peligrosos y de esta forma

conocer la cantidad, concentración, composición y características peligrosas de cada uno de los residuos que se generen dentro de los laboratorios ambientales.

6.1 RESIDUOS PELIGROSOS

De acuerdo a lo establecido en el Decreto 4741 de 2005 un residuo o desecho peligroso es aquel “que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos”. (territorial, 2005)

6.2 CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

A continuación se describe cada una de las características que hacen que un residuo sea de carácter peligroso:

CORROSIVO: las sustancias corrosivas son aquellas que son capaces de dañar o destruir las superficies con las que entre en contacto de manera irreversible, genialmente presentan valores de pH extremos con valores de pH menores a 2 o mayores de 12,5, estas sustancias a la vez son capaces de causar daño en los tejidos vivos cuando entran en contacto con la piel del ser humano. (Hidronor, 2017), para el caso del laboratorio las sustancias corrosivas utilizadas con mayor frecuencia son: ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido crómico, ácido acético y las bases como el hidróxido de amonio, el hidróxido de potasio e hidróxido de sodio.

REACTIVAS: Estas sustancias al entrar en contacto con otros elementos presentan propiedades como generación de humos, gases y vapores los cuales en concentraciones pequeñas causan afectaciones a la salud humana y al medio ambiente dentro estas sustancias se encuentran aquellas que contienen cianuros, sulfuros, peróxidos orgánicos las cuales no se pueden dejar en

espacios cerrados o en presencia de altas temperaturas porque pueden generar reacciones explosivas.

INFLAMABLE: Este tipo de sustancias pueden generar combustión bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, presentan puntos de inflamación por debajo de los 60 grados centígrados a su vez son oxidantes y al liberar oxígeno estimulan la combustión y aumentan la intensidad de fuego en otros materiales. Entre este tipo de sustancias se encuentra la cetona, acetileno, butano y benceno entre otros.

INFECCIOSAS: aquellas sustancias que contiene agentes patógenos microorganismos (bacterias, parásitos, virus y hongos) capaces de provocar enfermedades o trastornos en el ser humano o en animales a través de mecanismos infecciosos

RADIOACTIVO: sustancias capaces de transmitir radiaciones principalmente de partículas alfas beta y rayos gamma que son emitidos por la inestabilidad de átomo como el uranio, radio y torio. (territorial, 2005)

TOXICO: aquella sustancia que en caso de provocar efectos biológicos indeseables puede provocar daños al ser humano y al ambiente de acuerdo a su grado de toxicidad se pueden presentar 3 tipos de efectos el primero de ellos el efecto agudo el cual son reacciones en la sintomatología con exposiciones de corto plazo, el segundo efecto es el crónico es aquel que aparece tiempo después de la exposición continua a dosis bajas de las sustancias tóxicas y el tercer efecto es el ecotóxico presente en las sustancias que tienen la capacidad de ser absorbidos por cualquier elemento del ecosistema y alterar el equilibrio biológico del mismo en concentraciones pequeñas que persisten en el ambiente (ISTA, 1999)

6.3 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

Para conocer si los residuos generados son de tipo peligroso dentro de esta mismo decreto mencionado anteriormente se describen tres procedimientos a realizar el primero de ellos es el conocimiento técnico de las características de cada uno de los insumos utilizados dentro los procedimientos realizados en el laboratorio que dan origen al residuo peligroso, el segundo procedimiento es la clasificación de los insumos de acuerdo a las listas propuestas en los anexos del decreto 4741 de 2005 las cuales están clasificadas por corriente de residuo o por procesos o actividades que dan origen a estos residuos, el tercer y último procedimiento se basa en la caracterización fisicoquímica de estos residuos y de esta manera conocer con mayor exactitud la composición y concentración en cada uno de los residuos que se producen dentro del laboratorio ambiental.

6.3.1. Conocimiento técnico

El procedimiento del conocimiento técnico se puede realizar a través de un balance de masas donde se puede establecer cualitativa y cuantitativamente los insumos o materia primas utilizadas durante un proceso, además también se puede conocer los productos, subproductos y residuos que se generan a raíz de este proceso a continuación en la ilustración 3 se presenta un esquema de cómo se debería realizar un balance de masas.

Ilustración 3. Esquema de un Balance de Masas



Fuente: (territorial, 2005)

Otra herramienta que sirve de base en el conocimiento técnico son las hojas de seguridad de los productos o sustancias que generan los residuos al final del proceso y de esta forma conocer qué tipo de sustancias pueden contener los residuos, a pesar de no contener información de la concentración real de esta sustancia en la composición final del residuo estas hojas de seguridad son de gran ayuda para poder determinar cómo se pueden mezclar los residuos, de qué manera se pueden almacenar y por último identificar algún tipo de tratamiento o reusó de estos residuos para poder dar fin al tema de la disposición final de manera segura sin causar algún impacto negativo al medio ambiente o una amenaza al ser humano.

En la ilustración 4 se muestra la información primordial que se debe revisar en las hojas de seguridad para tener conocimiento de las características peligrosas y composición de las sustancias que pueden estar presentes en los residuos generados.

Ilustración 4. Hoja de Seguridad de Reactivos

1 Denominación de la sustancia, de la preparación y de la empresa	
-Datos del producto	
-Nombre Comercial <u>Jet Adjusters Thinner</u> <u>Acrylic Primer Thinner</u>	
-Productor/Suministrador	
Tel:	Fax:
-Sector de información Product information - Tel:	
-Información para casos de emergencia	
Instituto Nacional de Toxicología Madrid	Tel:
2 Composición/información sobre los componentes;	
· Característica química	
· Descripción Metacrilato de metilo, monómero	
· Sustancias peligrosas contenidas	
80-62-6 metacrilato de metilo	
 Xi,  F; R 11-36/37/38-43	
3 Identificación de los peligros	
· Denominación del peligro:	
 	Xi Irritante F Fácilmente inflamable
· Indicaciones adicionales sobre peligros para personas y medio ambiente:	
R 11 Fácilmente inflamable.	
R 36/37/38 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.	
R 43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.	
· Sistema de clasificación:	
La clasificación corresponde a las listas actuales de la CE, complementándose, no obstante, con información procedente tanto de la literatura especializada como de empresas.	

Fuente: (territorial, 2005)

6.3.2. Listas de Clasificación

El segundo procedimiento para conocer si un residuo es peligroso o no es buscado la clasificación en las algunas de las listas nombradas a continuación: la lista donde se clasifican los residuos peligrosos por corriente de residuos está basada en lo establecido en el convenio de Basilea aprobado en Colombia mediante la ley 253 de 1996, creado en un principio para el control de movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos pero en la actualidad sirve como guía base para la clasificación y residuos peligrosos generados en las distintas actividades económicas que presenten los países. Esta lista se encuentra dividida en dos grandes grupos el

primero de ellos son aquellos residuos generados en cada tipo de industria enumerados con la letra Y del 1 al 18, el segundo grupo en el que se divide esta lista presenta una mayor especificación dependiendo de los componentes de los residuos peligrosos enumerados también con la letra Y del 19 al 45. (territorial, 2005)

La segunda lista que sirve como base para clasificar los residuos peligrosos es el catálogo europeo de residuos en la cual la manera de buscar el tipo de residuo se debe primero buscar la fuente generadora del residuo que conformar los 20 capítulos principales de la lista, luego dirigirse a buscar en los subcapítulos el proceso de dicha actividad económica a la cual pertenece el residuo que se quiere clasificar y por ultimo buscar de acuerdo los componentes del residuo, para identificar los capítulos de los subcapítulos tiene códigos de dos y cuatro dígitos respectivamente y por ultimo ya el código total compuesto por seis dígitos. (Lista Europea de residuos , 2002).

6.3.3 Caracterización fisicoquímica

El tercer procedimiento es la caracterización fisicoquímica de los residuos, es poco utilizado debido a que representa un alto costo para el generador pero en algunas ocasiones cuando no se puede establecer el origen o posible composición del residuo generado se hace indispensable su uso.

Para ello es muy necesario identificar la mayor información posible acerca del residuo que le permita al analista hacer una idea general de la posible composición del residuo y de esta manera poder definir los parámetros a analizar en el laboratorio, algunos ejemplos de información que serían útiles para el analista serian: fuente y origen del residuo, datos sobre el proceso productivo, nombre de las materias primas que intervinieron dentro del proceso, hojas de

seguridad de estos insumos, aspectos físicos del residuo como color ,olor apariencia y estado físico. (territorial, 2005)

Los tipos de análisis que se le pueden realizar en el laboratorio son:

- Fisicoquímicos: análisis como el pH, puntos de fusión, ebullición e inflamación para establecer posibles características de corrosión, inflamabilidad, explosividad y reactividad
- Toxicológicos: análisis de gran importancia para poder establecer si representa algún tipo de riesgo para la salud humana, estableciendo la dosis letal media oral o dérmica.
- Ecotoxicológicos: realizados para identificar posibles daños al medio ambiente se realizan utilizando principalmente plantas acuáticas, peces y algas.
- Microbiológicos: para determinar si puede presentar características infecciosas, se realizan para microorganismo como Salmonella, Pseudomona auroginosa entre otros. (territorial, 2005)

En la actualidad los laboratorios ambientales cumplen la función de cuantificar la cantidad de sustancias contaminantes provenientes de aguas residuales domésticas y no domésticas, las cuales son vertidas en su mayoría a fuentes hídricas o a las redes de alcantarillado, la cantidad de análisis que se pueden realizar en los laboratorios dependen de las acreditaciones que les otorgue el IDEAM a través de las auditorias que realizan a los laboratorios, en estas auditorías verifican los métodos utilizados para llevar acabo cada uno de los análisis de los que quiere adquirir la acreditación, la calibración y verificación de los equipos utilizados en el laboratorio.

6.4 PARAMETROS FISICOQUÍMICOS

Dentro los análisis de interés en este trabajo se encuentran: Demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, nitritos, nitratos, alcalinidad, grasas y aceites los cuales por su importancia en la evaluación de calidad del agua hacen parte del grupo de análisis solicitados con mayor frecuencia en los laboratorios ambientales, además son análisis de interés en cualquier actividad económica que implique contaminación a las fuentes hídricas.

La demanda bioquímica de oxígeno definida por el IDEAM como “cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C. En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO a cinco días representa en promedio un 65 a 70% del total de la materia orgánica oxidable”, de acuerdo a la EPA la DBO en las aguas superficiales es un indicador asociado a procesos de respiración microbiana cuyos valores normales para cuerpos de aguas no impactados por descargas de aguas residuales oscilan entre 1 y 3 miligramos de oxígeno disuelto por litro de agua, y para las aguas residuales sirve como indicador de la carga orgánica vertida por un efluente. (ambiente, 2017).

La DBO presente en las aguas residuales se debe a tres tipos de oxidaciones, la primera de ellas la carbonácea siendo una fuente de alimentación de los organismos aerobios, el segundo tipo es la materia aportada por la oxidación del nitrógeno amoniacal a nitritos y nitratos por la acción de bacterias como el nitrosoma y nitrobacter, y el ultimo tipo de materia orgánica es la aportada por compuestos reductores químicos como sulfitos y sulfuros. Los tipos de oxidación nombrados anteriormente se pueden representar por medio de las siguientes reacciones químicas:

Oxidación de materia orgánica en medio aeróbico



En la cual la materia orgánica se oxida por la acción del oxígeno disuelto en el agua produciendo agua más dióxido de carbono producto de la respiración aerobia de los organismos presentes en las aguas.

Oxidación de materia orgánica por procesos de desnitrificación



La materia es oxidada por la desnitrificación del nitrato produciendo nitrógeno e hidrogeno libres y a su vez bicarbonatos y agua

Oxidación de materia orgánica por compuestos reductores



La materia es oxidada por la acción del sulfato produciendo bicarbonatos y bisulfuros (Santambrosio, Ortega, & Garibaldi, s.f.)

La demanda química de oxígeno es definida por el IDEAM como:” la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo.

Las sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables presentes en la muestra, se oxidan mediante reflujo cerrado en solución fuertemente ácida (H_2SO_4) con un exceso de dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) en presencia de sulfato de plata (Ag_2SO_4) que actúa como agente catalizador, y de sulfato mercurico (HgSO_4) adicionado para eliminar la interferencia de los cloruros. Después de la digestión, el $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ remanente se titula con sulfato ferroso amoniacal para determinar la cantidad de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ consumido. La materia orgánica se calcula en términos de oxígeno equivalente. (Ministerio de ambiente, 2017)

El método mediante el cual se determina este análisis es conocido como reflujo cerrado y utiliza reactivos como el dicromato de potasio el cual oxida de un 95% al 99% de material

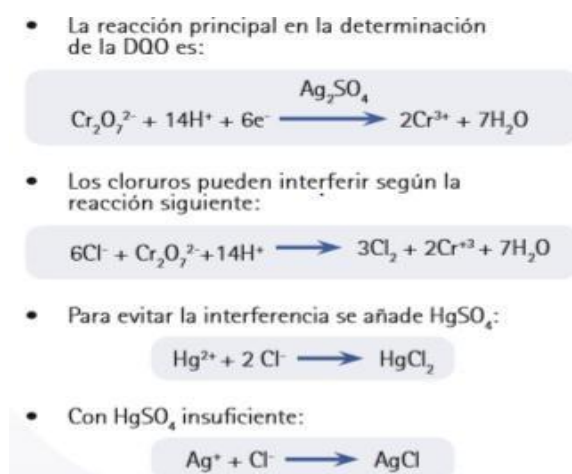
orgánico presente en la muestra de agua en un medio ácido proporcionado por el ácido sulfúrico (H_2SO_4) y sulfato de plata (Ag_2SO_4) como catalizador al pasar el tiempo de oxidación (2 horas) el dicromato de potasio sobrante reacciona con un agente reductor (FAS) con el cual el dicromato sobrante pasa de cromo VI a cromo III, este método es aplicable a muestras de aguas que contengan valores de DQO entre 30 y 700 mg/litro para los valores mayores a 700 mg/litro se debe realizar diluciones.

Dentro de las sustancias que aportan valores a la demanda química de oxígeno se encuentran los nitritos, sulfuros y hierro (II), el agente que si se debe controlar para que no vaya a causar errores en los resultados obtenidos son los cloruros los cuales aporten valores de DQO elevados para evitar esto se adiciona el sulfato de mercurio formando el cloromercuriato soluble.

(Determinación de la demanda química de oxígeno (DQO) por el método del dicromato, 2010)

A continuación en la ilustración 5 se presenta las principales reacciones que ocurren durante el proceso de determinación de la demanda química de oxígeno

Ilustración 5. Principales Reacciones en el Análisis de DQO



Fuente: (Info point, s.f.)

Los nitratos y nitritos son otros de los análisis realizados en los laboratorios ambientales estos dos iones son de origen natural producto del ciclo del nitrógeno pero en cantidades

pequeñas que no superan unos pocos miligramos por litros, pero a causa de toda las actividades que ha desarrollado el hombre con el tiempo estos valores han incrementado de unos pocos a muchos miligramos por litro llegan a dañar la calidad del agua de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas.

El proceso de nitrificación es la oxidación del amonio a nitrato pasando por dos procesos diferentes pero consecutivos el uno del otro, el primero de ellos es la nitrosación en el cual por la acción de las bacterias nitrificantes especialmente las nitrosomas se oxida el amonio a nitrito, y el segundo es la nitratación donde a partir del nitrito se obtiene el nitrato, las bacterias nitrobacter son las encargadas de realizar este proceso.

Entre los nitratos y los nitritos estos últimos es los más peligrosos y tóxicos ya que en el agua ayudan a oxidar el ion ferroso a ion férrico llegando a causar en el ser humano la producción de metahemoglobinemia y de este modo afectar el sistema circulatorio y respiratorio.

La determinación de nitritos presente en el agua se realiza por medio de espectrofotometría por el método zambelli el cual consiste en hacer reaccionar el ácido sulfanilico con los iones del nitrito en presencia de un medio ácido en este caso el ácido clorhídrico y del ion amonio y fenol dando lugar a la aparición de un color amarillo pardo en las muestras que contiene nitritos, el cual para saber con exactitud la concentración del nitrito se pasa la muestra por el espectrofotómetro midiendo la absorbancia a una longitud de onda de 425 nanómetros. Es aconsejable en las muestras que presentan alta turbiedad o color realizar una filtración previa al agregarle los reactivos. (Severiche sierra, Castillo Bertel, & Acevedo Barrios , s.f.)

En las zonas de producción agrícola la concentración de nitratos presentes en las aguas naturales es mayor a diferencia de las zonas donde no hay producción agrícola, debido al uso

masivo de abonos nitrogenados los cuales son una fuente principal de nitratos al igual que el excremento de animal. (FACSA, 2017).

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal, vegetal e hidrocarburos del petróleo, las grasas animales son aportadas principalmente por plantas de beneficio debido al sebo extraído del tejido adiposo de los animales que allí son sacrificados, el aceite animal principalmente es aportado por los peces, en cambio los aceites vegetales se encuentran en mayor abundancia. Este tipo de compuestos presentan baja densidad y poca solubilidad en el agua permaneciendo en la superficie del agua formando natas y espumas, generando su presencia grandes impactos negativos en los cuerpos hídrico, entre ellos cambia la estética del cuerpo de agua y a su vez no permite el intercambio gaseoso con la atmosfera evitando el paso de oxígeno y la salida del dióxido de carbono.

Las principales fuentes de grasas y aceites son las descargas de aguas residuales domésticas y las no domesticas provenientes de petroleras, talleres automotrices entre otros, día a día se puede observar la presencia de este tipo de compuesto orgánico en el agua lo cual ha generado a su vez el incremento de análisis de grasas y aceites realizados en los laboratorios ambientales. (Gafe, 2012)

De acuerdo con el IDEAM el análisis de grasas y aceites se puede realizar de forma acreditada a través del método de extracción liquido-líquido y “consiste en extraer la grasa y el aceite del agua por intimo contacto con el solvente (n-hexano) y su determinación se realiza gravimétricamente mediante recuperación del solvente en un equipo de destilación.

Se aplica para aguas residuales superficiales, domésticas e industriales. Algunas grasas y ácidos grasos especialmente no saturados extraíbles se oxidan con rapidez; en consecuencia, se

incluyen precauciones especiales con respecto a la temperatura y desplazamiento de vapor del disolvente para reducir este efecto”.

Durante este análisis no se mide una cantidad absoluta de una sustancia específica, se determinan es grupos de sustancias que presentan características similares dependiendo la solubilidad con el solvente utilizado en este caso el Hexano por ellos este análisis es nombrado grasas y aceites. (ambientales, 2007)

La alcalinidad es definida por el IDEAM como “La alcalinidad del agua es su capacidad de neutralizar ácidos, y es la suma de todas las bases titulables; el valor medido puede variar significativamente con el pH de punto final empleado. Debido a que la alcalinidad de muchas aguas superficiales es primariamente una función del contenido de carbonato, bicarbonato e hidróxido, se toma como un indicador de la concentración de estos constituyentes.

La alcalinidad de una muestra se determina mediante el volumen de un ácido estándar requerido para titular una porción a un pH seleccionado. La titulación se efectúa a temperatura ambiente con un pH metro o un titulador automático calibrados, la construcción de una curva de titulación permite la identificación de puntos de inflexión y capacidad tampón, si existe, y permite determinar la alcalinidad con respecto a cualquier pH de interés. (IDEAM, 2005).

Las empresas al generar residuos peligrosos o no peligrosos deben elaborar y ejecutar los planes de gestión integral de residuos en los cuales se trazan los lineamientos básicos para la minimización, almacenamiento y disposición final de los residuos a través de metas ejecutadas por medio de programas, proyectos y actividades.

6.5 PGIRRESPEL

Dentro de los PGIRRESPEL existe una herramienta de gran ayuda en la clasificación de los residuos generados y es la realización de inventarios de residuos peligrosos los cuales de acuerdo

al documento de gestión integral de residuos del ministerio de medioambiente estos son “el punto de partida para definir y planear las estrategias de gestión a desarrollar en una instalación, una región o un país”. Y deben contener la siguiente información:

Sector o actividad productiva.

- Nombre del generador.
- Ubicación del generador.
- Tipo de residuo generado (nombre y clasificación).
- Origen del residuo.
- Cantidad mensual generada de cada residuo peligroso.
- Gestión realizada a cada uno de los residuos peligrosos

Otro tema importante de abordar cuando se habla de residuos peligrosos es el almacenamiento de estos mismos, teniendo en cuenta la reacción entre ellos para evitar peligros adicionales, ya que, al entrar en contacto a través de una mezcla puede ocurrir desprendimiento de vapores, explosión o desprendimiento de llama para evitar que esto suceda se aconseja el empleo de tablas o matrices de incompatibilidad y de esta manera identificar si las sustancias pueden ser almacenadas juntas o no. Existen dos tipos de matrices de incompatibilidad según el tipo químico o clase de riesgo según la ONU.

Dentro del almacenamiento también se encuentran los tipos de envases a utilizar los cuales deben estar de acuerdo al estado físico de los residuos y características de peligrosidad para ello se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

El material debe ser compatible con el residuo.

- Presentar resistencia a los golpes y durabilidad en las condiciones de manipulación a las que serán sometidos.

-Permitir contener los residuos en su interior sin que se presenten pérdidas al ser manipulados.

-Se deben tener en cuenta las limitaciones que puedan surgir por las formas de manejo, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final a las que serán sometidos los residuos.

El tiempo máximo de almacenamiento de los residuos peligrosos en Colombia es de 12 meses Para poder almacenar los residuos también es de gran importancia que los recipientes donde se depositan contengan una etiqueta con la información necesaria para poder identificar qué tipo de residuo es por ello según la Norma Técnica Colombiana 1692 deben estar etiquetados de forma clara y legible donde se identifiquen: los datos del generador, código de identificación del residuo, y clase de peligro involucrado, el tamaño de la etiqueta debe ser de 10X10 cm. (territorial, 2005)

6.5.1 Tratamiento de Residuos Peligrosos

El ultimo capitulo que conforma el PGIRESPEL es el tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos el cual tiene como objetivo el confinamiento de los mismos y de esta manera minimizar la liberación de contaminantes, existen siete opciones de tratamientos con los cuales se busca modificar las propiedades fisicoquímicas de los componentes peligrosos, de acuerdo al documento de RESPEL del ministerio del medio ambiente se deben considerar los siguientes factores a la hora elegir la opción de tratamiento adecuada:

- Naturaleza del residuo (característica, composición, concentración, volumen)
- Potencialidad de recuperación de materiales
- Aprovechamiento energético
- Característica deseada del RESPEL
- Disponibilidad de instalaciones

- Distancia para transporte –

Normas de seguridad por grado de riesgo

- Compatibilidad de los residuos

Las opciones de tratamiento de residuos peligrosos son las siguientes con una pequeña definición y los más utilizados en cada tratamiento:

Tratamiento Físico: se basan en la separación y reducción de volumen en la imagen 6 se muestran los principales tratamientos de este tipo.

Ilustración 6. Tratamientos Físicos

TIPO DE TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
SEPARACIÓN MANUAL	Elimina residuos seleccionados mediante inspección visual
CRIBADO Y TAMIZADO	Elimina el material grueso
SEDIMENTACIÓN	Asienta los sólidos para separarlos del líquido
DECANTACIÓN	Elimina el contenido de agua
CENTRIFUGACIÓN	Elimina el contenido de agua

Fuente: (territorial, 2005)

Tratamiento Químico: transformación del residuo mediante la adición de compuestos químicos en la ilustración 7 se muestra los principales tratamientos de tipo químico

Ilustración 7. Principales Tratamientos Químicos de Residuos

TIPO DE TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
REDUCCIÓN Y OXIDACIÓN QUÍMICA	Utiliza agentes oxidantes y reductores para transformar los componentes
NEUTRALIZACIÓN	Neutraliza el pH
PRECIPITACIÓN	Separa los componentes peligrosos de la solución
DECLORACIÓN	Elimina el cloro de los materiales orgánicos
HIDRÓLISIS	Separa los componentes añadiendo agua
ELECTROLISIS	Separa los compuestos químicos mediante descarga eléctrica

Fuente:

(territorial, 2005)

Tratamiento físico químico: Modificación de las propiedades químicas y físicas de un residuo en la ilustración 8 se muestran los principales tratamientos fisicoquímicos para residuos líquidos

Ilustración 8. Tratamientos Fisicoquímicos Para Residuos Líquidos

TIPO DE TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
EXTRACCIÓN DE SOLVENTES SEPARACIÓN DE LA MEMBRANA - SEMIPERMEABLES	Utiliza un solvente inmiscible para disolver material orgánico en la solución acuosa
FLOCULACIÓN Y COAGULACIÓN	Agrega componentes puros
"STRIPPING" / DESORCIÓN	Separa los componentes volátiles del líquido, sometiéndolos a una corriente de gas
LIXIVIACIÓN	Elimina los componentes solubles del material sólido
LIMPIEZA	Elimina los componentes de la corriente de gas o líquida, por contacto con el líquido/mezcla o polvos de limpieza
IRRADIACIÓN DE UVA/ OZONÓLISIS	Separa los componentes peligrosos mediante ozono/energía
INTERCAMBIO DE IONES	Intercambio con especies iónicas disueltas mediante el contacto con resina

Fuente: (territorial, 2005)

Tratamiento Biológico: descomposición de los contaminantes por medio de microorganismos en la ilustración 9 se muestran los principales tratamientos biológicos para residuos líquidos.

Ilustración 9.Tratamientos Biológicos de Residuos Líquidos

TIPO DE TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
LODOS ACTIVADOS	Biodegradación de especies orgánicas con lodo bioactivado en fase acuosa
BIOLÓGICO GIRATORIO	Elimina las especies orgánicas acuosas en contacto con el filtro bacterial rico
LAGUNAS AIREADAS Y DE ESTABILIZACIÓN	Se eliminan los residuos orgánicos en cavidades profundas con oxígeno
DIGESTIÓN ANAEROBIA	Degrada los residuos orgánicos en ausencia de oxígeno
UTILIZACIÓN DEL SUELO	Biodegrada la materia orgánica mediante la acción de los microorganismos del suelo
BIORREMEDIACIÓN	Proceso utilizado para detoxificar contaminantes en ambientes como mares, estuarios, lagos, ríos y suelos usando de forma estratégica microorganismos o sus enzimas.

Fuente: (territorial, 2005)

Tratamiento Termico: Destrucción de los contaminantes por la acción de altas temperaturas en la ilustración 10 se muestran los principales tratamientos térmicos para residuos líquidos.

Ilustración 10.Tratamientos Térmicos Para Residuos Líquidos

TIPO DE TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
INCINERACIÓN	Combustión completa utilizando el oxígeno excedente
CO-PROCESAMIENTO	Utilización de la misma unidad de producción de clínker para la combustión de residuos
PIROLISIS	Descomposición térmica en ausencia total de oxígeno
GASIFICACIÓN	Combustión incompleta en ausencia parcial de oxígeno
ARCO DE PLASMA	Volatilización y posterior combustión del residuo por contacto con un gas energizado. La tecnología es aplicable a residuos orgánicos líquidos finamente divididos y puede ser utilizada para residuos con alto contenido de cloro, pesticidas, PCB, dioxinas y furanos
OXIDACIÓN EN SAL FUNDIDA	Oxidación sin llama, desarrollada a temperaturas entre 1500°C y 2000°C, donde las sustancias orgánicas son oxidadas por el oxígeno en una cámara de reacción donde se encuentra una sal alcalina fundida

Fuente: (territorial, 2005)

Tratamientos de estabilización: Transforman el contaminante con menor toxicidad o los estabiliza dejándolo menos móvil y soluble.

Tratamiento de solidificación: Solidifica en una masa los residuos ya tratados

6.6 Marco Legal

El componente ambiental en Colombia es respaldado por una amplia normatividad con la que se busca velar por la integridad, cuidado y sostenibilidad de los recursos naturales dentro de ellos se encuentra el recurso hídrico para el cual aplican las siguientes leyes, resoluciones y demás:

DECRETO LEY 2811 DE 1974. Código nacional de recursos nacionales se establecen requisitos y condiciones para la importación, fabricación, transporte, almacenamiento, comercialización, manejo, empleo o disposición de sustancias y productos tóxicos o peligrosos.

LEY 9 DE 1979. En la cual se dictan medidas sanitarias y en los artículos 10 al 21 acerca del vertimiento de residuos líquidos en redes de alcantarillado público principalmente por parte de las industrias las cuales dependiendo de las características del agua que van a verter deben poner en prácticas plantas de tratamiento de agua residual para poder cumplir con las características exigidas para realizar el vertimiento en la red de alcantarillado pública. Además en los artículos 130 al 135 el ministerio de salud podrá prohibir el uso de sustancias peligrosas para la fabricación producción transporte de productos cuando represente un riesgo para la salud pública.

LEY 99 DE 1993. Es la ley general ambiental de Colombia y en ella se promueve la formulación de actividades de reciclaje y reutilización de residuos, y define las funciones de las autoridades ambientales competentes para garantizar el manejo adecuado de los vertimientos generados por las diferentes industrias.

LEY 253 DE 1996. Por la cual se ratifica en 1996 el convenio de Basilea en Colombia sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.

LEY 430 DE 1998. Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos, aplicando las sanciones establecidas en el artículo 85 de la Ley 99 de 1993.

Decreto 1609 de 2002. Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera

DECRETO 4741 DE 2005. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados

RESOLUCIÓN 2309/1986. Ministerio de Vivienda y desarrollo territorial: Por la cual se establecen normas para el manejo de residuos especiales. en el marco de la gestión integral.

RESOLUCIÓN 1402/2006. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se desarrolla parcialmente el decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos”.

RESOLUCIÓN 0062/2007. IDEAM. Por la cual se adoptan los protocolos de muestreo y análisis de laboratorio para la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos peligrosos en el país.

RESOLUCIÓN 1362 DE 2007, el MAVDT estableció los requisitos y procedimientos para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos a que hacen referencia los Artículos 27 y 28 del Decreto 4741 de 2005.

DECRETO 3039 DE 2010. En el capítulo III habla del ordenamiento del recurso hídrico y las variables de las cuales se deben realizar modelación para analizar el comportamiento de las fuentes hídricas, en el capítulo IV habla acerca de los diferentes usos del recurso hídrico y en los

capítulos VI y VII se habla acerca de los vertimientos y permisos con los que deben contar las industrias para verter sus aguas residuales a las fuentes hídricas.

RESOLUCIÓN 0631 DE 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.

7. METODOLOGÍA

7.1 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS RESIDUOS

Durante la ejecución de los análisis en el laboratorio se requiere del uso de reactivos los cuales por sus características pueden considerarse peligrosos, para la identificación de los reactivos utilizados en cada análisis fue necesario adquirir la información del servidor de la empresa donde se encontró el procedimiento paso por paso con sus respectivos reactivos y cantidades necesarias de estos tal cual como se encuentran en el procedimiento acreditado por el IDEAM, además los procedimientos fueron explicados de manera más detallada por el analista y auxiliares de laboratorio de aguas de la empresa. A continuación se describe por medio de tablas la cantidad y tipos de reactivos utilizados en cada uno de los análisis de interés en el proyecto.

En la tabla 1. Se describe el reactivo utilizado en el análisis de alcalinidad junto con su respectiva cantidad, este reactivo ha sido estandarizado con una solución de Carbonato de sodio $[\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ } 0,05\text{N}]$ para garantizar la concentración de $[0,02\text{N}]$ y $[0,1\text{N}]$ dependiendo el caso según la concentración de la muestra. El método utilizado para la determinación de la alcalinidad total es tomado del STANDARD METHODS 2320B ED 23. Para este análisis el pH recomendado es de 4,5 ya que por debajo de este valor ya no existen iones de carbonatos y bicarbonatos.

Tabla 1. Reactivos Utilizados en el Análisis de Alcalinidad

<i>Análisis de Alcalinidad</i>		
<u>Reactivo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Composición</u>
Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄)	10	H ₂ SO ₄
Muestra	50 ml	

Fuente: Autora

En la tabla 2 Se describe los reactivos utilizados en el análisis de nitritos junto con su respectiva cantidad, en este tipo de análisis se utiliza el espectrofotómetro a una longitud de onda de 435 nanómetros, la suspensión de hidróxido de amonio se utiliza solo cuando surge la necesidad de eliminar color de la muestra por medio de diluciones. Se determina por medio del método del reactivo de zambelli. En medio ácido, los nitritos diazotan el ácido sulfanílico y la sal de diazonio formada se une con el fenol en presencia de Ion amonio

Tabla 2. Reactivos Utilizados en el Análisis de Nitritos

<i>Análisis de Nitritos</i>		
<u>Reactivo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Composición</u>
		ácido clorhídrico
Reactivo Zambelli	2 ml	(HCl), ácido sulfanílico, fenol cristalizado y agua destilada
Amoníaco puro	2 ml	NH ₃
Muestra	50	
Sulfato de		

Suspensión de hidróxido de amonio	1 ml	aluminio y potasio, hidróxido de amonio
--------------------------------------	------	---

Fuente: autora

En la tabla 3 se describe los reactivos utilizados en el análisis de nitratos junto con su respectiva cantidad, en este tipo de análisis se utiliza el espectrofotómetro a una longitud de onda de 415 nanómetros, en este proceso para la eliminación de color de la muestra se realiza solo una filtración. El método utilizado para la determinación de nitratos es el método de J. RODIER, Método de la Espectrofotometría de Absorción Molecular Ed 2009. En presencia de salicilato de sodio, los nitratos reaccionan y forman el p-nitro salicilato de sodio de color amarillo

Tabla 3 Reactivos Utilizados en el Análisis de Nitratos

<i>Análisis de Nitratos</i>		
<u>Reactivo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Composición</u>
		Azida de sodio y agua
Azida sodio	0,5 ml	destilada
Ácido acético glacial	0,2	
Salicilato de sodio al 1 %, se preparan 25ml para cada lote de análisis		Salicilato de sodio y 1 ml agua estilada
ácido sulfúrico	1 ml	Ácido sulfúrico concentrado, H ₂ SO ₄ . NaOH, sal di sódica de

Hidróxido de Sodio-EDTA	10 ml	ácido etilendiamino tetracético (EDTA) y agua destilada
Agua destilada	15 ml	
Muestra	10 ml	

Fuente: Autora

En la tabla 4 se describe los reactivos utilizados en el análisis de grasas y aceites junto con su respectiva cantidad, en este tipo de análisis se recupera en un 90% el reactivo n-Hexano para ser reutilizado en otras muestras que requieran este mismo análisis. El método utilizado es extracción líquido-líquido seguido de partición gravimétrica del Standard Methods 5520-B Ed. 23. Se entiende por “grasas y aceites” cualquier material, sustancia o grupo de sustancias recuperado como una sustancia soluble en el solvente. Se incluyen otros materiales extraídos por el solvente n-hexano en una muestra acidulada (como componentes de azufre, compuestos aromáticos complejos, ciertos tintes orgánicos y clorofila) que no son volatilizados (ECOSAM, 2019)

Tabla 4 Reactivos Utilizados en el Análisis de Grasas y Aceites

<i>Análisis de Grasas y Aceite</i>		
<u>Reactivo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Composición</u>
n-Hexano de 85% de pureza	80 ml	Hexano
Sulfato de sodio anhidro	10 gramos	Sulfato de sodio (Na ₂ SO ₄)
Muestras	500 ml	

Fuente: Autora

En la Tabla 5 se describe los reactivos utilizados en el análisis de demanda química de oxígeno (DQO) junto con su respectiva cantidad, en este tipo de análisis las muestras son puestas en el termo reactor y luego de dos horas se realiza una titulación en la cual el titulante es estandarizado por la solución de control de método para garantizar una concentración del FAS de [0,10N].se determina por el método del STANDARD METHODS 5220 C Ed. 23

Tabla 5. Reactivos Utilizados en el Análisis de DQO

<u>Análisis de DQO</u>		
<u>Reactivo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Composición</u>
Solución estándar de digestión de dicromato de potasio 0,01667 M (0,1 N):	1,5 ml	K ₂ Cr ₂ O ₇ , H ₂ SO ₄ concentrado, HgSO ₄ y agua destilada
Reactivo de ácido sulfúrico	3,5	Ag ₂ SO ₄ , H ₂ SO ₄ y agua destilada
Solución indicadora de ferroína	60 gotas	Sulfato de hierro heptahidratado
Solución titulante estándar de sulfato ferroso de amonio FAS aproximadamente 0,10 M (0,10 N)	10 ml	Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ ·6H ₂ O, H ₂ SO ₄ , en agua destilada
Muestra	2,5	

Fuente: Autora

En la Tabla 6 Se describe los reactivos utilizados en el análisis de demanda química de oxígeno (DBO) junto con su respectiva cantidad, en este tipo de análisis las muestras son puestas en la incubadora durante 5 días realizando lectura de oxígeno inicial y final. Este parámetro es

determinado por el método del STANDARD METHODS 5210 B y 4500-O G (electrodo de membrana) o 4500-O H (electrodo óptico) Ed 23

Tabla 6. Reactivos utilizados en el análisis de DBO

<i>Análisis de DBO</i>		
<u>Reactivo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Composición</u>
		dihidrógeno fosfato de potasio monobásico
Solución Buffer fosfatos	0,3	(KH ₂ PO ₄), hidrógeno fosfato disódico heptahidratado (Na ₂ HPO ₄ .7H ₂ O), cloruro de amonio (NH ₄ Cl) y agua destilada
Solución sulfato de magnesio	0,3	sulfato de magnesio heptahidratado (MgSO ₄ .7H ₂ O) y agua destilada
Solución cloruro de calcio	0,3	cloruro de calcio (CaCl ₂) y agua destilada
Solución Cloruro férrico	0,3	cloruro férrico hexahidratado (FeCl ₃ .6H ₂ O) y agua destilada
	Depende	Agua destilada con las soluciones de buffer
Agua dilución	de la dilución de la muestra	de potasio, sulfato de magnesio, cloruro de calcio y cloruro férrico
Muestra	Depende de la dilución según DBO esperada	
Ácido sulfúrico 1N o		Hidróxido de sodio (NaOH) ó Ácido sulfúrico
Hidróxido de sodio 1N		(H ₂ SO ₄)

Fuente: Autora

8. RESULTADOS Y DISCUSIONES

8.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

En la tabla 7 se muestra cada una de las características peligrosas que presentan los diferentes reactivos utilizados dentro el desarrollo de los análisis de laboratorio propuestos en el presente trabajo.

Tabla 7. Características de Peligrosidad de los Reactivos Utilizados en el Laboratorio

<i>Características de Peligrosidad</i>							
<u>Reactivo</u>	<u>Corrosiva</u>	<u>Carburante</u>	<u>Toxica</u>	<u>Inflamable</u>	<u>Daño medio ambiente</u>	<u>Químico nocivo</u>	<u>Peligro salud</u>
Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄)	X				X		
Reactivo zambelli					X		
Amoniacó	X					X	
hidróxido de amonio	X				X	X	
Azida sodio				X	X		X
Ácido acético glacial	X			X		X	
Salicilato de sodio						X	
Hidróxido de Sodio-EDTA	X					X	
n-Hexano				X	X	X	X
Sulfato de sodio anhidro	X			X		X	
dicromato de potasio	X	X	X		X		X

Solución indicadora de ferroína				X
sulfato ferroso de amonio FAS	X			
sulfato de cloruro de Cloruro X Solución Buffer fosfatos	X		X magnesio calcio	
	X	X férico		

Fuente: Autora

8.2 CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Para realizar la cuantificación de los residuos generados en cada análisis se tomó como base las tablas utilizadas en la determinación de la composición química de los residuos y también se utilizó la información de cuantas muestras se realizaron por análisis durante los dos meses (Febrero y Marzo) de estudio, de este modo se obtuvo la cantidad en litros de residuos peligrosos generados.

En la tabla 8 se muestra el número de muestras realizadas por cada análisis durante los dos meses de estudio divididos en periodos de 15 días debido a que algunos análisis como las DBO, nitritos y nitratos tienen tiempos cortos de vencimiento de las muestras, el número de muestras que llegan a laboratorio depende de la cantidad y tipos de proyectos que ingresan a la zona de recepción durante el mes.

Tabla 8. Numero de Muestras Realizadas por Cada Análisis

<i>Cantidad de Análisis Realizados Cada Quince Días</i>						
<u>PERIODO 2019</u>	<u>Alca</u>	<u>DBO</u>	<u>DQO</u>	<u>GYA</u>	<u>NITRITOS</u>	<u>NITRATOS</u>
15 Días	18	17	14	20	8	8
30 Días	10	11	11	16	13	5
TOTAL (Mes Febrero)	28	28	25	36	21	13
45 Días	10	59	59	51	32	32
60 Días	7	34	33	33	8	7
TOTAL (Mes Marzo)	17	93	92	84	40	39

Fuente: Autora

En la tabla 9 se muestra el volumen de residuos líquidos que se generan en cada análisis durante cada uno de los meses de estudio, y en la tabla 10 se muestra el volumen de residuos líquidos que se generan en los controles de cada uno de los análisis durante los dos meses de estudio.

Tabla 9. Numero de Muestras Realizadas por Cada Análisis

<u>Análisis</u>	<u>vol./muestra</u>	<u>vol./muestras mes 1</u>	<u>vol./muestras mes 2</u>
Alcalinidad	60	1680	1020
DBO	300	25200	83700
DQO	20	500	1840
Nitritos	55	1980	4620
Nitratos	38	798	1520
GYA	580	7540	22620

Fuente: Autora

Tabla 10. Número de Controles Realizados por Cada Análisis
vol./Controles mes

<u>Análisis</u>	<u>vol./Controles</u>	<u>1</u>	<u>vol./muestra mes 2</u>
Alcalinidad	150	600	600
DBO	300	4500	9000
DQO	20	360	600
Nitritos	55	660	1100
Nitratos	38	304	760
GYA	580	4640	9860

Fuente Autora

8.3. CALCULOS MATEMÁTICOS

Para conocer las concentraciones presentes en los residuos líquidos peligrosos de cada análisis se realizaron cálculos matemáticos para cada uno de los reactivos utilizados, estos cálculos se pudieron realizar por medio de la fórmula de concentraciones

Ecuación 1. Formula de las Concentraciones

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

Dónde: C_1 es la concentración o cantidad de soluto utilizado en gramos para la preparación de cada reactivo

V_1 es el volumen del solvente necesario para preparar el reactivo

C_2 es la concentración con la que queda el soluto al del reactivo al finalizar los análisis de laboratorio

V_2 es el volumen requerido de cada reactivo para el análisis de laboratorio

Cuando ya se obtiene dicha concentración es necesario conocer la nueva concentración del reactivo al ser adicionado en el volumen de la muestra a analizar utilizando la siguiente formula:

Ecuación 2. Formula Concentración Final

—

Dónde: C_2 es la concentración con la que queda el soluto al del reactivo al finalizar los análisis de laboratorio

V_m es el volumen de muestra requerido para el análisis

C_f es la concentración final con la que queda el reactivo después del análisis es decir, la concentración de reactivo que queda en los residuos líquidos peligrosos de cada uno de los análisis.

A continuación se muestran los cálculos matemáticos para conocer las concentraciones de cada reactivo presente en los residuos líquidos peligrosos generados en cada análisis.

La tabla 11 muestra las concentraciones del reactivo utilizado en el análisis de alcalinidad por cada mililitro de residuo líquido peligroso que se genere.

Tabla 11. Concentraciones del Reactivo Utilizado en el Análisis de Alcalinidad

ALCALINIDAD				
<u>REACTIVO</u>	<u>ml/litro</u>	<u>Volumen reactivo del (ml)</u>	<u>ml/ ml volumen reactivo</u>	<u>concentración del reactivo en volumen de muestra ml/ml</u>
H ₂ SO ₄	2,8	10	0,028	0,0028

Fuente: Autora

La tabla 12 muestra las concentraciones de los reactivos utilizados en el análisis de nitritos por cada mililitro de residuo líquido peligroso que se genere.

12 Concentraciones de los Reactivos Utilizados en el Análisis de Nitritos

NITRITOS

Tabla .

		<u>g/litro</u>	<u>Volumen</u>	<u>g/ ml</u>	<u>concentración del</u>
<u>REACTIVO</u>			<u>reactivo</u>	<u>volumen del</u>	<u>reactivo en</u>
			<u>(ml)</u>	<u>reactivo</u>	<u>volumen de</u>
		5			<u>muestra g/ml</u>
Reactivo de Zambelli	Ácido sulfanilico		2	0,01	0,0002
	Fenol	7,5	2	0,015	0,0003
	Ácido clorhídrico	260	2	0,52	0,0104
	Cloruro de amonio	135	2	0,27	0,0054
	Amonía co puro	0,000925	2	0,00000185	0,000000037

Fuente: Autora

La tabla 13 muestra las concentraciones de los reactivos utilizados en el análisis de nitratos por cada mililitro de residuo líquido peligroso que se genere.

Tabla .

13 Concentraciones de los Reactivos Utilizados en el Análisis de Nitratos

NITRATOS					
REACTIVO	g/litro	Volumen reactivo	g/ml volumen del reactivo	Concentración del reactivo en volumen de muestra g/ml	
Azida de sodio	0,05	0,5	0,000025	0,0000025	
Ácido acético glacial	2	0,2	0,004	0,0004	
Salicilato de sodio	1	1	0,01	0,001	
Hidróxido de sodio	200	10	2	0,133333333	
EDTA					
EDTA	50	10	0,5	0,033333333	

Fuente: Autor

La tabla 14 muestra las concentraciones de los reactivos utilizados en el análisis de DQO por cada mililitro de residuo líquido peligroso que se genere.

Tabla .

14 Concentraciones de los Reactivos Utilizados en el Análisis de DQO

DQO					
	<u>REACTIVO</u>	<u>g/litro</u>	<u>Volumen</u> <u>reactivo</u>	<u>g/ml</u> <u>volumen del</u> <u>reactivo</u>	<u>Concentración del</u> <u>reactivo en</u> <u>volumen de</u> <u>muestra g/ml</u>
Dicromato de potasio	K ₂ Cr ₂ O ₇	4,903	1,5	0,014709	0,0058836
	HgSO ₄	33,3	1,5	0,0999	0,03996
	FAS	39,2	10	0,392	0,1568
	Ferroina	1,485	2	0,0027	0,001188

Fuente: Autora

La tabla 15 muestra las concentraciones de los reactivos utilizados en el análisis de DBO por cada mililitro de residuo líquido peligroso que se genere.

Tabla 15. Concentraciones de los Reactivos Utilizados en el Análisis de DBO

DBO					
REACTIVO	g/litro	Volumen	g/ml	concentración	
		reactivo	volumen	g/ml	
			del		
			reactivo		
KH ₂ PO ₄	8,5	0,3	0,00255	0,00000255	
Solución Na ₂ HPO ₄ .7H ₂ O	21,75	0,3	0,006525	6,525E-06	
Buffer fosfato di fosfatos sódico	33,4	0,3	0,01002	0,00001002	
NH ₄ Cl)	1,7	0,3	0,00051	0,00000051	
MgSO ₄ .7H ₂ O	22,5	0,3	0,00675	0,00000675	
CaCl ₂	27,5	0,3	0,00825	0,00000825	
FeCl ₃ .6H ₂ O	0,25	0,3	0,000075	7,5E-08	
Control de método	Glucosa	150	300	45	0,045
	Ácido	0,15	300	0,045	0,000045
	Glutámico				

Tabla .

Fuente: Autor

8.4 RESIDUOS GENERADOS AL MES

En la tabla 16 se describe la cantidad (Litros/mes) de residuos líquidos peligrosos generados por cada uno de los análisis con sus respectivos controles de procedimiento, estos resultados se obtuvieron al sacar el promedio de los meses de estudio.

Tabla 16. Volumen de Residuos Peligrosos Generados en Cada Análisis a Tratar

ESTADO	RESIDUO	CANTIDAD (Litros/mes)	OBSERVACIONES
Líquido	Análisis de alcalinidad	1,83	Residuos peligrosos provenientes de las actividades realizadas en el laboratorio de aguas de la empresa de ECOSAM SAS
	Análisis de DBO	61,2	
	Análisis de DQO	1,65	
	Análisis de nitritos	4,18	
	Análisis de nitratos	1,691	
	Análisis de grasas y aceites	22,33	

Fuente: Autora

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 16 la empresa ECOSAM SAS produce al mes aproximadamente 100 litros (equivalen a 0,1000000 m³) provenientes de los residuos de los análisis de alcalinidad, DQO, DBO, nitritos, nitratos, grasas y aceites, donde con la ayuda

de la fórmula de densidad descrita en la ecuación 4 y conociendo la densidad del agua se puede despejar la variable masa y de esta manera obtener el resultado en masa (Kg) de la cantidad de residuos que generan estos análisis.

Ecuación 3. Formula de la Densidad

$$d = \frac{m}{v}$$

Dónde: d es la densidad del agua m es la masa del residuo expresada en Kg v es el volumen de los residuos generados en los análisis de estudio en m³

De la anterior ecuación se despeja la variable masa y queda de la siguiente forma:

Ecuación 4. Despeje de la Masa de la Formula de la Densidad

$$m = d * v$$

Al reemplazar los valores de densidad y volumen se obtiene que la masa de estos residuos es de 100 Kg como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Valor de la Masa Generado por los Residuos de los Análisis de Interés

Valor de la masa de <u>los residuos</u>		
<u>Variable</u>	<u>Valor</u>	<u>Unidades</u>
Densidad	1000	Kg/m ³
Volumen	0,1	m ³
Masa	100	Kg

Fuente: Autora

De acuerdo al valor obtenido en masa de los residuos peligrosos obtenidos de los análisis de estudio y en base a los datos de la ilustración 11 se puede decir que la empresa ECOSAM

SAS se encuentra dentro de la categoría de mediano generador.

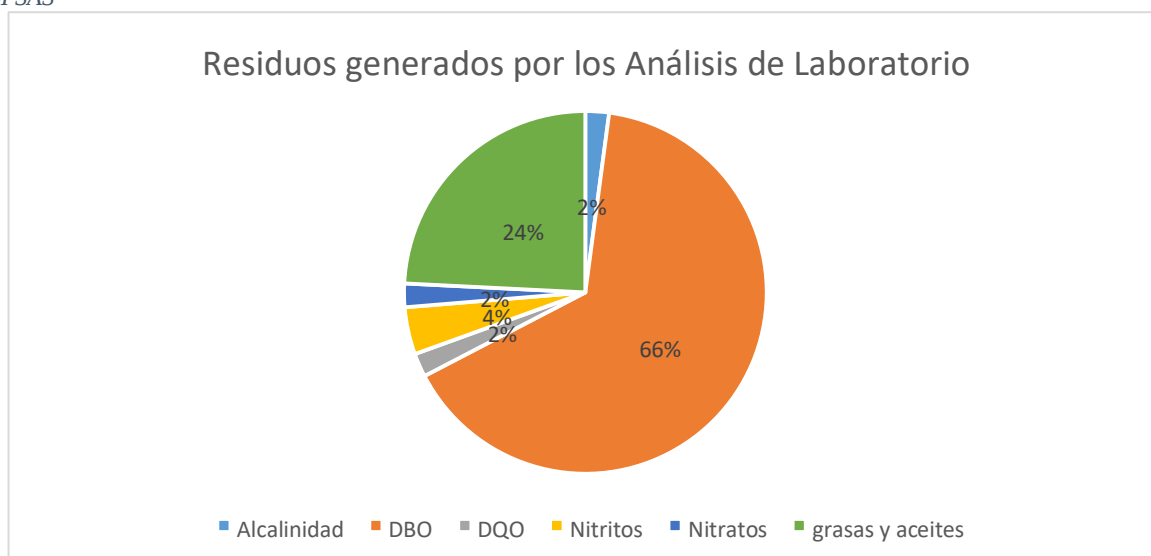
Ilustración 11. Categorías de generadores de RESPEL

Categoría	Generación de residuos o desechos peligrosos (promedio ponderado y media móvil de los últimos seis meses de las cantidades pesadas)
Gran generador	≥ 1.000 kg/mes RESPEL generados
Mediano generador	≥ 100 kg/mes RESPEL generados < 1.000 kg/mes
Pequeño generador	≥ 10 kg/mes RESPEL generados < 100 kg/mes

Fuente: (Chaparro Díaz, 2012)

De acuerdo con la ilustración 12 y la tabla 16 se puede evidenciar que el análisis de demanda bioquímica de oxígeno es que el mayor cantidad de residuos peligrosos aporta en la empresa ECOSAM SAS, ya que, requiere de mayor volumen de muestra y duplicados por cada punto además de que es uno de los análisis con mayor demanda por parte de los clientes.

Ilustración 12. Porcentajes de Generación de Residuos por Cada uno de los Análisis de Interés Realizados en ECOSAM SAS



Fuente: Autora

8.5 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SEGÚN EL CATALOGO DE RESIDUOS

EUROPEOS

Los residuos generados en el laboratorio de aguas de la empresa ECOSAM S.A.S. Se clasifican a continuación en la tabla 18 de acuerdo a las listas de clasificación del catálogo Europeo de residuos

Tabla 18. Clasificación de los Residuos de ECOSAM Según Catalogo de Residuos Europeo

<u>Reactivo</u>	<u>CATALOGO EUROPEO DE RESIDUOS</u>
Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄)	060101
Reactivo zambelli	0601
Amoniaco	60203
hidróxido de amonio	060203
Azida sodio	0602
Ácido acético glacial	0601
Salicilato de sodio	060204
Hidróxido de Sodio-EDTA	060204
n-Hexano	180106
Sulfato de sodio anhidro	180106
dicromato de potasio	180106
Solución indicadora de ferroína	180106
sulfato ferroso de amonioFAS	180106
sulfato de magnesio	180106
cloruro de calcio	180106
Cloruro férrico	180106
Solución Buffer fosfatos	180106

Fuente:

Autora

8.6 ETIQUETAS DE LOS RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

En la ilustración 12 se describe la etiqueta con la cual se va a rotular cada uno de los recipientes de almacenamiento de los residuos peligrosos, y en las ilustraciones 13, como se deben diligenciar para cada uno de los análisis de interés

Ilustración 13. Etiqueta para los Recipientes de Almacenamiento de Residuos Peligrosos

3. Etiqueta de residuos (imprimir de la página 2 del formato)	F-76		MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS			
	Versión: 1					
	2014/05/27					
	Identificación del residuo:					
	Estado físico:		Sólido		Líquido	
	Tóxicidad del residuo		Sustancias utilizadas			
						
	Explosivo	Inflamable	Oxidante			
						
	Gas a presión	Corrosivo	Tóxico	Información del generador		
			Nombre	ECOSAM SAS		
Tóxico, irritante, narcótico, peligroso	Cancerígeno, mutógeno	Dañino para el medio ambiente	NIT	900.521.689-4		
			Dirección	Carrera 31 # 51-34B/2a		
			Teléfono	(7) 6 953987		
RESIDUOS PELIGROSOS MANÉJESE CON CUIDADO						

Fuente: (ECOSAM, 2019)

8.7 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Teniendo en cuenta los cálculos matemáticos obtenidos de cada uno de los análisis de interés se define cuáles de ellos se pueden mezclar y tratar de la misma forma y cuáles deben ser

tratados y almacenados en recipientes por separado, el tipo de tratamiento para cada uno de los análisis, es un tratamiento de tipo químico conocido como neutralización el cual consiste en la reacción entre un ácido y una base, en la cual el ácido o la base pasa a ser neutra.

En la tabla 19 se muestran los valores de pH correspondiente para cada uno de los análisis por separado.

Tabla 19. Valor de pH Medido en los Residuos Generados en los Análisis de Interés

<u>Residuo</u>	<u>pH</u>
Alcalinidad	5,39
DBO	5,21
DQO	1,10
Nitritos	9,65
Nitratos	13,36
Grasas y aceites	4,0

Fuente: Autora

Ilustración 14. Medición de Ph a los Residuos Liquidos Peligrosos



Fuente: Autora

De acuerdo a los resultados de los cálculos matemáticos obtenidos y los reactivos utilizados en los análisis de Alcalinidad, DBO, grasas y aceites estos tres análisis se pueden

mezclar entre sí y almacenarse en un mismo recipiente. En la tabla 20 se muestra el pH resultante de la mezcla de estos tres análisis

Para la evaluar la mezcla de estos residuos se realizó una mezcla de 1 litro en un vaso de precipitado de 1000 ml tomando 700 ml del residuo de DBO, 250 ml del residuo de grasas y aceites y 50 ml del residuo de alcalinidad, ya que estos tres residuos representan el 92% de los residuos en total que generan los análisis de interés para el presente trabajo.

Tabla 20. Valor de ph de la Mezcla de Residuos de DBO, alcalinidad y grasas y aceites

<u>Residuo</u>	<u>pH</u>
Mezcla	5,98

Fuente: Autora

Para poder alcanzar la neutralidad de esta mezcla de residuos se utilizó muestras de aguas naturales que sobran del recipiente del análisis DBO, cuyo pH generalmente oscila entre 6 y 7, requirió de aproximadamente 1 litro de estas muestras para subir el pH de la mezcla a 7

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

- En el laboratorio de aguas de la empresa ECOSAM SAS se realizan 16 análisis fisicoquímicos acreditador por el IDEAM de acuerdo al estudio realizado el análisis que mayor cantidad de residuos líquidos peligrosos genera es el análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (62 litros/mes) debido a que requiere de mayor cantidad de muestra y duplicados para realizar el análisis en un solo punto a su vez es uno de los análisis mayor solicitado por los clientes

- El análisis de la demanda química de oxígeno es el que genera residuos de mayor peligrosidad debido a que presenta cuatro de las seis características peligrosas descritas en la gestión integral de residuos o desechos peligrosos creada por el ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial.
- Al realizar los cálculos matemáticos y conociendo las características de peligrosidad de los residuos líquidos peligrosos provenientes de los análisis de DBO, alcalinidad grasas y aceites se determinó que estos se podían mezclar y aplicar el tratamiento químico de neutralización hasta obtener un pH neutro y de esta manera poder verter estos residuos a la red de alcantarillado
- La empresa ECOSAM SAS genera al mes 100 kilogramos de residuos provenientes de los seis análisis de interés ubicando a la empresa en la categoría de mediano generador de residuos peligrosos.
- Los análisis de nitritos y nitratos representan el 6% de los residuos líquidos de peligrosos de interés que se generan dentro de la empresa, pero en su determinación utilizan reactivos de características tóxicas lo cual impide la mezcla con los demás residuos sin una previa prueba toxicológica como los bioensayos.

9.2 RECOMENDACIONES

Llevado a cabo el proceso de reconocimiento e identificación de los procesos realizados para los análisis de alcalinidad, DBO, DQO, nitritos, nitratos, grasas y aceites se pudo cuantificar y clasificar cada uno de los residuos líquidos que estos generan, llegando a encontrar el tratamiento y disposición final de algunos de ellos y de los otros se generaron algunas recomendaciones para su tratamiento descritas a continuación:

- Para el análisis de nitritos y nitratos con la ayuda de los cálculos matemáticos realizados se pudo observar que las concentraciones de los reactivos utilizados al finalizar los procedimientos son bajas en los residuos líquidos que se generan, pero sin embargo no se puede garantizar que al mezclarse unos con otros no vayan a reaccionar de alguna forma brusca que generen algún tipo de riesgo para los seres humanos y el medio ambiente; por lo que se recomienda realizar bioensayos a estos dos tipos de residuos utilizando especies tanto de fauna como de flora para poder evaluar de forma completa que efectos positivos o negativos generan estos tipos de residuos en estas especies y si los efectos son positivos si proceder con una mezcla de estos residuos y volver a realizar pruebas de bioensayos a esta mezcla que se forme para una posterior neutralización y vertimiento a las redes de alcantarillado. Por el momento se recomienda seguirlos almacenando por separado y que sean recogidos y tratados por la empresa prestadora de este tipo de residuos en este caso DESCOT.
- Para el análisis de la demanda química de oxígeno (DQO) se había pensado un tratamiento químico el cual consistía en la adición de glucosa para reducir químicamente los iones de cromo (VI) a cromo (III) que luego fue precipitado con hidróxido de sodio (NaOH) posteriormente se realizaba una adicción de cloruro de sodio (NaCl) para precipitar los iones de plata y por último la adición de sulfuro de hierro (FeS) para reducir los iones de mercurio, pero al realizar investigaciones se pudo concluir que con este tipo de tratamiento solo se puede reducir la peligrosidad pero no tratar del todo para ser vertido por las redes de alcantarillado además darle una disposición final o uso a los iones precipitados.

Debido al uso de reactivos que presentan características de peligrosidad como lo es el caso del uso de sulfato de mercurio, y otros reactivos los cuales aportan iones de cromo y plata implicando riesgo alto de peligrosidad para el ser humano y el medio ambiente, para el caso del sulfato de mercurio es utilizado para evitar las interferencias que pueda causar la presencia de cloruros en las muestras por ello se recomienda realizar análisis de cloruros a las muestras antes de montar el análisis e DQO y de esta manera determinar si es necesario o no el uso de este reactivo.

- Para que los residuos generados por el análisis de grasas y aceites pueden mezclarse con el de alcalinidad y DBO se recomienda no variar las proporciones utilizadas de solvente, cetona y ácido esteárico y de esta forma evitar algún tipo de riesgo o daño a las redes de alcantarillado.

10. BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

ambientales, I. d. (28 de Diciembre de 2007). *IDEAM*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Grasas+y+Aceites+en+agua+por+extracci3n+L+-+L+y+gravimetr3a..pdf/aad8c4e0-3e09-4ad5-a5a2-22966c6ddad9>

ambiente, M. d. (2017). *MVOTMA*. Obtenido de https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/oan-demanda-bioquimica-deoxigeno/

Beleño Orozco, C. V. (2018). *EVALUACIÓN DEL EFECTO TÓXICO EN EL AMBIENTE DE RESIDUOS LÍQUIDOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO DE AGUAS DE ECOSAM S.A.S, APLICANDO EL MÉTODO DE NEUTRALIZACIÓN*. . Bucaramanga: Universidad

Pontificia Bolivariana.

Berrio, L., Beltran, O., Agudelo, E., & Cardona, S. (2012). Sistema de tratamiento para residuos líquidos generados en laboratorio de análisis químico. *Bdigital*, 113-124.

Chaparro Díaz, M. N. (2012). Guía Proyecto residuos tóxicos y peligrosos. Bucaramanga, Santander, Colombia.

Determinación de la demanda química de oxígeno (DQO) por el método del dicromato. (2010). *PNT N.2*, 1-9.

ECOSAM, S. (Febrero de 2019). Ecosserver. *Documentos administrativos*. Bucaramanga, Santander, Colombia: Ecosserver.

FACSA. (23 de Enero de 2017). Obtenido de <https://www.facsa.com/los-nitratos/>

Gafe, M. (2012). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/348566824/5-Grasas-y-Aceites-en-Aguas-Residuales-Hidronor>. (13 de Diciembre de 2017). Recuperado el 1 de 06 de 2019, de <https://www.hidronor.cl/las-sustancias-corrosivas/>

IDEAM. (01 de Abril de 2005). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Alcalinidad+total+en+agua+por+electrometría..pdf/dd9a3610-8ff7-49bc-97eb-5306362466df>

Info point. (s.f.). Obtenido de https://www.itwreagents.com/download_file/info_point/IP-025/es/IP-025_es.pdf

ISTA. (20 de Diciembre de 1999). Obtenido de <http://www.daphnia.es/revista/20/articulo/314/Ecotoxicos>

Lista Europea de residuos . (2002). *BOE*, edición 43 paginas 45-59.

Ministerio de ambiente, i. y. (28 de Diciembre de 2017). *IDEAM*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Química+de+Oxígeno..pdf>

/20030922-4f81-4e8f-841c-c124b9ab5adb

Santambrosio, E., Ortega, M., & Garibaldi, P. (s.f.). *Universidad tecnológica nacional* . Obtenido de

https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/biotecnologia/DBO.pdf

Severiche sierra, C. A., Castillo Bertel, M. E., & Acevedo Barrios , R. L. (s.f.). *Eumed.net*.

Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/nitrito-agua.html> territorial,

M. d. (2005). *Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible*. Obtenido de

[https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sust](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_químicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf)

[ancias_químicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_químicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf)

11. ANEXOS

Etiqueta análisis de DBO

3. Etiqueta de residuos (imprimir de la página 2 del formato)	F-76		MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS		
	Versión: 1				
	2014/05/27				
	Identificación del residuo:		DQO		
	Estado físico:		Sólido	Líquido	x
	Toxicidad del residuo		Sustancias utilizadas		
				NaOH	
	Explosivo	Inflamable	Oxidante	Acido sulfurico	
				Sin buffer de fosfatos	
	Gas a presión	Corrosivo	Tóxico	Sulfato de Magnesio	
			Cloruro de calcio		
Tóxico, irritante, narcótico, peligroso	Cancerígeno, mutágeno	Daño para el medio ambiente	Cloruro ferrico		
Información del generador			Nombre		ECOSAMSAS
			NIT	900.521.689-4	
			Dirección	Calle 22 # 17 - 50 B/gs	
			Telefono	(7) 6 959987	
RESIDUOS PELIGROSOS MANÉJESE CON CUIDADO					

Etiqueta análisis de DQO

3. Etiqueta de residuos (imprimir de la página 2 del formato)	F-76		MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS			
	Versión: 1					
	2014/05/27					
	Identificación del residuo:		DQO			
	Estado físico:		Sólido		Líquido	x
	Tóxicidad del residuo		Sustancias utilizadas			
				Dicromato de potasio		
	Explosivo	Inflamable	Oxidante	Reactivo acido sulfurico		
				Ferroina		
	Gas a presión	Corrosivo	Tóxico	Sulfato ferroso de amonio		
			Información del generador			
Tóxico, irritante, narcótico, peligroso	Cancerígeno, mutágeno	Daño para el medio ambiente	Nombre	ECOSAMSAS		
			NIT	900.521.689-4		
			Dirección	Calle 22 # 17 - 50 B/ga		
			Telefono	(7) 6 959987		
RESIDUOS PELIGROSOS MANÉJESE CON CUIDADO						

Etiqueta análisis de grasas y aceites

3. Etiqueta de residuos (imprimir de la página 2 del formato)	F-76		MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS			
	Versión: 1					
	2014/05/27					
	Identificación del residuo:		Grasas Y aceites			
	Estado físico:		Sólido		Líquido	x
	Tóxicidad del residuo		Sustancias utilizadas			
				HCl		
	Explosivo	Inflamable	Oxidante	Acetona		
				Acido estearico		
	Gas a presión	Corrosivo	Tóxico	Información del generador		
			Nombre	ECOSAM SAS		
Tóxico, irritante, narcótico, peligroso	Cancerígeno, mutágeno	Daño para el medio ambiente	NIT	900.521.689-4		
			Dirección	Calle 22 # 17 - 50 B/ga		
			Telefono	(7) 6 959987		
RESIDUOS PELIGROSOS MANÉJESE CON CUIDADO						

Etiqueta análisis de Nitratos

3. Etiqueta de residuos (imprimir de la página 2 del formato)	F-76		MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS			
	Versión: 1					
	2014/05/27					
	Identificación del residuo:		Nitratos			
	Estado físico:		Sólido		Líquido	x
	Toxicidad del residuo			Sustancias utilizadas		
				Salicilato de sodio		
	Explosivo	Inflamable	Oxidante	Acido sulfurico		
				Acido acetico glacial		
	Gas a presión	Corrosivo	Tóxico	Azida de sodio		
			Información del generador			
Tóxico, irritante, narcótico, peligroso	Cancerígeno, mutágeno	Dañino para el medio ambiente	Nombre	ECOSAM SAS		
			NIT	900.521.689-4		
			Dirección	Calle 22 # 17 - 50 B/ga		
			Telefono	(7) 6 959387		
RESIDUOS PELIGROSOS MANÉJESE CON CUIDADO						

Etiqueta análisis de Alcalinidad

3. Etiqueta de residuos (imprimir de la página 2 del formato)	F-76		MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS			
	Versión: 1					
	2014/05/27					
	Identificación del residuo:		Alcalinidad			
	Estado físico:		Sólido		Líquido	x
	Toxicidad del residuo			Sustancias utilizadas		
				Acido sulfurico		
	Explosivo	Inflamable	Oxidante	NaOH		
						
	Gas a presión	Corrosivo	Tóxico			
			Información del generador			
Tóxico, irritante, narcótico, peligroso	Cancerígeno, mutágeno	Dañino para el medio ambiente	Nombre	ECOSAM SAS		
			NIT	900.521.689-4		
			Dirección	Calle 22 # 17 - 50 B/ga		
			Telefono	(7) 6 959387		
RESIDUOS PELIGROSOS MANÉJESE CON CUIDADO						

Etiqueta análisis de Nitritos

3. Etiqueta de residuos (imprimir de la página 2 del formato)	F-76		MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS			
	Versión: 1					
	2014/05/27					
	Identificación del residuo:		Nitritos			
	Estado físico:		Sólido		Líquido	x
	Toxicidad del residuo			Sustancias utilizadas		
				Amoniaco puro		
	Explosivo	Inflamable	Oxidante	Reactivo zambelli		
				Información del generador		
	Gas a presión	Corrosivo	Tóxico	Nombre	ECOSAM SAS	
			NIT	900.521.689-4		
Tóxico, irritante, narcótico, peligroso	Cancerígeno, mutágeno	Dañino para el medio ambiente	Dirección	Calle 22 # 17 - 50 B/ga		
			Telefono	(7) 6 959987		
RESIDUOS PELIGROSOS MANÉJESE CON CUIDADO						

Recipientes utilizados para el almacenamiento de los residuos peligrosos

