



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“PROPUESTA DISEÑO DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES GENERADAS EN LA UNIDAD DE
DIÁLISIS DEL HOSPITAL QUITO N°1 – POLICÍA
NACIONAL DEL ECUADOR”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título
de Ingenieros en Medio Ambiente

Autores:

Pilco Cedeño Andrea Mishell
Rodríguez Pallo Johan Alexander

Tutor:

José Luis Agreda Oña Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Andrea Mishell Pilco Cedeño, con cédula de ciudadanía No. 172486711-2; y, Johan Alexander Rodríguez Pallo, con cédula de ciudadanía No. 1723587505; declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Propuesta de Tratamiento de Aguas Residuales generadas en la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1 – Policía Nacional del Ecuador”, siendo el Ingeniero Mg. José Luis Agreda Oña, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 12 de marzo del 2021



Andrea Mishell Pilco Cedeño
Estudiante
CC: 1724867112



Johan Alexander Rodríguez Pallo
Estudiante
CC: 1723587505



Ing. Mg. José Luis Agreda Oña
Docente Tutor
CC: 0401332101

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PILCO CEDEÑO ANDREA MISHELL**, identificada con cédula de ciudadanía **1724867112** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguanu Umajinga, en calidad de Rector Encargado y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Propuesta de Tratamiento de Aguas Residuales generadas en la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1 – Policía Nacional del Ecuador”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico. - Inicio de la carrera: abril 2016 - agosto 2016

Finalización: septiembre 2020 - marzo 2021

Aprobación en Consejo Directivo. - 26 de enero del 2021

Tutor: Ing. Mg. José Luis Agreda Oña

Tema: “Propuesta de Tratamiento de Aguas Residuales generadas en la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1 – Policía Nacional del Ecuador”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 12 días del mes de marzo del 2021.



Andrea Mishell Pilco Cedeño

LA CEDENTE

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **RODRIGUEZ PALLO JOHAN ALEXANDER**, identificado con cédula de ciudadanía **1723587505** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector Encargado y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Propuesta de Tratamiento de Aguas Residuales generadas en la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1 – Policía Nacional del Ecuador”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico. - Inicio de la carrera: abril 2016 - agosto 2016

Finalización: septiembre 2020 - marzo 2021

Aprobación en Consejo Directivo. - 26 de enero del 2021

Tutor: Ing. Mg. José Luis Agreda Oña

Tema: “Propuesta de Tratamiento de Aguas Residuales generadas en la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1 – Policía Nacional del Ecuador”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- f) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

- g) La publicación del trabajo de grado.
- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- j) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 12 días del mes de marzo del 2021.

Johan Rodriguez

Johan Alexander Rodríguez Pallo

EL CEDENTE

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA UNIDAD DE DIÁLISIS DEL HOSPITAL QUITO N°1 – POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR”, de Pilco Cedeño Andrea Mishell y Rodríguez Pallo Johan Alexander, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 12 de marzo 2021



Ing. Mg. José Luis Agreda Oña
Docente Tutor
CC: 0401332101

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Rodriguez Pallo Johan Alexander, con el título de Proyecto de Investigación: **“Propuesta de tratamiento de aguas residuales generadas en la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1 – Policía Nacional del Ecuador”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 12 de marzo
del 2021

Firmado digitalmente por MANUEL PATRICIO CLAVIJO CEVALLOS Nombre de reconocimiento (DN): cn=MANUEL PATRICIO CLAVIJO CEVALLOS, serialNumber=161120215701, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATAS.A. 2, c=EC Fecha: 2021.04.28 15:44:09 - 05'00'

Versión de Adobe Acrobat Reader: 2021.001.20150



Lector 1 (Presidente/a)

Mg. Manuel Clavijo Cevallos
CC: 0501444582

Lector 2

Ing. Ph.D. Vicente Cordova Yanchapanta
CC: 1801634922



Lector 3

Ing. Mg. Joseline Ruiz Depablos
CC: 1758739062

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y amor, dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida, las fuerzas y el valor para haber llegado hasta este momento tan importante, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más lo bella que es existir.

A mi madre Teresa y a mi padre Giovanni, quienes con sus consejos han sabido guiarme, demostrándome siempre su cariño, por la confianza y el apoyo brindado que sin duda alguna en el trayecto de mi vida han corregido mis faltas y han celebrado mis triunfos.

A mi tía Edith y a mi abuelita Deoselina, a quienes quiero como a una madre, ellas que me han criado toda la vida y lo siguen haciendo, me han dado su confianza y su amor eternamente, gracias por compartir momentos significativos conmigo, por siempre estar dispuestas a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momento.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mi novio César Riofrío que sin duda alguna es una persona maravillosa, quien con su apoyo y su amor incondicional está conmigo en cada paso de mi vida, creíste en mí y me apoyaste, me guiaste y me sostuviste cuando más te he necesitado. Gracias por siempre estar para mi Te Amo.

Andrea Mishell Pilco Cedeño

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme y acompañarme todos los días durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

Agradezco a mi madre y a mi padre que con sus demostraciones me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos, gracias por su apoyo incondicional y por demostrarme la gran fe que tienen en mí.

Agradezco a mi familia quienes hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado ustedes, por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Finalmente quiero agradecer a César, Mikely, Kelly y Johan por ser los mis mejores amigos, cómplices, confiar en mí y apoyarme en todos y cada uno de los pasos que doy en mi vida, siempre están ahí por y para mí. Les agradezco por extender su mano y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias los quiero mucho y siempre los llevo en mi corazón.

Andrea Mishell Pilco Cedeño

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mi abuelita Cleofe y a mi mamá Silvana quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y perseverancia, de no temer las adversidades que la vida me ha puesto en todo este largo camino.

A mi abuelito Juan, mis tíos Andrés, Juan y Esteban por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento.

A mis hermanos y toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a Sandy, Alex, Andrea y Kelly, por apoyarme cuando más los he necesitado, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazón.

Johan Alexander Rodriguez Pallo

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todos mis familiares y amigos que me estuvieron apoyando durante esta etapa de conocimiento, ya que, casi siempre han estado en los momentos más importantes de mi vida.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a toda la Facultad de CAREN y a la carrera de Ingeniería Ambiental, a todos mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi abuelita Cleofe que siempre me estuvo alentando a seguir adelante a pesar de las necesidades y a mi mama Silvana que de igual manera siempre estuvo a mi lado cuando más la he necesitado, las amo mucho.

Johan Alexander Rodriguez Pallo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

**TÍTULO: “PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
GENERADAS EN LA UNIDAD DE DIÁLISIS DEL HOSPITAL QUITO N°1
– POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR”.**

Autores: Pilco Cedeño Andrea Mishell
Rodríguez Pallo Johan Alexander

RESUMEN

Las aguas residuales hospitalarias contienen microorganismos patógenos y sustancias de diversa toxicidad como fármacos, productos de higiene personal y desinfectantes, por lo que su vertido sin un tratamiento adecuado constituye un importante problema medioambiental. La unidad de diálisis del hospital Quito N°1, presta su servicio a personas que padecen de insuficiencia renal crónica en Ecuador, cuyo tratamiento debe ser realizado tres veces por semana, con la ayuda de un filtro dializador, el cual realiza la función depurativa y normalizadora del líquido y composición de la sangre. La desinfección de estos equipos, así como instrumentales lleva consigo toxinas provenientes de los pacientes. Este líquido de desecho es vertido directamente hacia al sistema de alcantarillado, lo que provoca una contaminación progresiva en el agua.

La investigación propuso un tratamiento de aguas residuales generadas en la unidad de diálisis del Hospital Quito N°1 – Policía Nacional del Ecuador, para ello se realizó un análisis de datos de laboratorio otorgados por la misma institución. Por medio del enfoque multimetódico cualitativo, donde se pudo evaluar los resultados de parámetros físicos químicos y microbiológicos de los años 2017, 2018 y 2019 de las aguas residuales de esta unidad. Donde los parámetros DBO (421 mg/l - 30/01/2017), DQO (1002 mg/l - 30/01/2017) y SAAM (6,852 mg/l -10/06/2019) no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de descarga al sistema de alcantarillado del Distrito Metropolitano de Quito. A través de la relación entre DBO5 y DQO cuyo valor es menor a 2, se direccionó hacia una línea de tratamiento biológico para la propuesta de manejo donde este proyecto dio una propuesta de un tratamiento de aguas residuales de la unidad, dando como línea de tratamiento a un sistema de trampa de grasas, un biodigestor y la desinfección del efluente antes de su drenaje hacia el alcantarillado sanitario. El objetivo primordial de estos tratamientos es reducir o eliminar por completo la carga contaminante de la descarga líquida, transformándola en un efluente final que cumpla con la normativa ambiental correspondiente y sea inofensivo al ambiente o de un impacto menor.

Palabras clave: Unidad de diálisis, límites máximos permisibles, línea de tratamiento.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL
RESOURCES

**THEME: " PROPOSAL FOR THE TREATMENT OF WASTEWATER
GENERATED IN THE DIALYSIS UNIT OF THE HOSPITAL QUITO N ° 1
- NATIONAL POLICE OF ECUADOR"**

Authors: Pilco Cedeño Andrea Mishell
Rodríguez Pallo Johan Alexander

ABSTRACT

Hospital wastewater contains pathogenic microorganisms and substances of variable toxicity such as drugs, personal hygiene products and disinfectants, so its discharge without proper treatment constitutes an important environmental problem. The dialysis unit of Hospital Quito N ° 1 provides its service to people who suffer from chronic renal failure in Ecuador, whose treatment must be carried out three times a week, with the help of a dialyzer filter, which performs the purifying and normalizing function of the fluid and blood composition. Disinfection of these equipment as well as instruments carries toxins from the patients. This waste liquid is dumped directly into the sewer system, causing progressive contamination of the water.

The investigation proposed a treatment of wastewater generated in the dialysis unit of Hospital Quito N ° 1 - National Police of Ecuador, for which an analysis of laboratory data provided by the same institution was carried out. Through the qualitative multimethodic approach, where it was possible to evaluate the results of physical, chemical and microbiological parameters of the years 2017, 2018 and 2019 from the wastewater of this unit. Where the parameters BOD (421 mg / l - 01/30/2017), COD (1002 mg / l - 01/30/2017) and SAAM (6,852 mg / l-06/10/2019) are not within the Maximum permissible discharge limits to the sewerage system of the Metropolitan District of Quito. Through the relationship between BOD5 and COD whose value is less than 2, it was directed towards a biological treatment line for the management proposal where this project gave a proposal for a wastewater treatment of the unit, giving as a treatment line to a grease trap system, a biodigester and the disinfection of the effluent before its drainage to the sanitary sewer. The main objective of these treatments is to reduce or completely eliminate the pollutant load of the liquid discharge, transforming it into a final effluent that complies with the corresponding environmental regulations and it would be harmless to the environment or it would have a less impact of contamination.

Keywords: Dialysis unit, maximum permissible limits, treatment line.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR (I).....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR (II).....	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
AGRADECIMIENTO.....	x
DEDICATORIA.....	xi
AGRADECIMIENTO.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xv xv
ÍNDICE DE TABLAS	xxx
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxi
1 INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2 JUSTIFICACIÓN	3
3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	5
4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
5 OBJETIVOS	6
7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	3
7.1 Aguas residuales	3
8.2 Clasificación de aguas residuales	3
8.2.1 <i>Aguas residuales Domésticas</i>	3

8.2.2.	<i>Aguas Residuales Pecuarias</i>	4
8.2.3.	<i>Aguas Residuales de Origen Agrícola</i>	4
8.2.4.	<i>Aguas Residuales Industriales</i>	4
8.2.5.	<i>Aguas Residuales Hospitalarias</i>	5
8.4.	Características Físicas	7
8.4.1.	<i>Sólidos</i>	7
8.4.2.	<i>Turbiedad</i>	7
8.4.3.	<i>Olor</i>	8
8.4.4.	<i>Conductividad</i>	8
8.5.	Características Químicas	8
8.5.1.	<i>pH</i>	8
8.5.2.	<i>Oxígeno Disuelto</i>	8
8.5.3.	<i>Grasas y aceites</i>	9
8.5.4.	<i>Detergentes/ Tensoactivos</i>	9
8.5.5.	<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)</i>	9
8.5.6.	<i>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</i>	10
8.5.7.	<i>Metales Pesados</i>	10
8.6.	Características Biológicas	10
8.6.1.	<i>Bacterias</i>	10
8.6.2.	<i>Protozoos</i>	11
8.6.3.	<i>Coliformes totales y fecales</i>	11
8.7.	Tratamiento de Aguas Residuales	11
8.7.1.	<i>Pretratamiento</i>	12
8.7.2.	<i>Tratamiento Primario</i>	13
8.7.3.	<i>Tratamiento Secundario</i>	14
8.7.4.	<i>Tratamiento Terciario</i>	16
8.8.	Tipos de Tratamiento en Unidades de Diálisis.....	17
8.8.1.	<i>Diálisis</i>	17
8.8.2.	<i>Hemodiálisis</i>	18

8.9.	Tratamiento Fisicoquímico del Agua Residual de la Unidad de Diálisis	18
8.10.	Residuos Peligrosos Generados en una Unidad de Diálisis	19
8.11.	Descripción del proceso de diálisis	19
8.12.	Saneamiento De La Unidad De Diálisis Del Hospital Quito N°1	21
8.13.	Limpieza y desinfección de la unidad de diálisis del Hospital Quito N°1	23
8.13.1.	<i>Sillones</i>	23
8.13.2.	<i>Instrumental</i>	24
8.13.3.	<i>Maquinas</i>	24
8.14.	Área de diálisis.....	24
8.15.	Manejo de material punzo cortante.....	25
8.16.	Manejo de filtros y líneas	25
8.17.	Manejo de desechos comunes y material contaminado.....	25
8.18.	Manejo de ropa	25
8.19.	Marco Legal	26
9.	PREGUNTA CIENTÍFICA.....	34
10.	METODOLOGÍA Y DISEÑO NO EXPERIMENTAL	34
10.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
10.1.1.	<i>Enfoque Cualitativo</i>	34
10.1.2.	<i>Investigación Bibliográfica-Documental</i>	35
10.1.3.	<i>Investigación Analítica</i>	35
10.1.4.	<i>Investigación Descriptiva</i>	35
10.2.	Métodos y Técnicas.....	36
10.2.1.	<i>Método Analítico</i>	36
10.2.2.	<i>Método Deductivo</i>	36
10.2.3.	<i>Método Bibliográfico</i>	36
10.2.4.	<i>Técnicas de Observación Directa</i>	36
11.	DISEÑO EXPERIMENTAL	37

11.1.	Descripción del área de estudio	37
11.2.	Ubicación del estudio	37
11.3.	Elaboración De Ficha Técnica Ambiental.....	38
11.4.	Análisis exploratorio de datos.....	40
11.4.1.	<i>Límites Máximos Permisibles del Sistema de Alcantarillado Sanitario.....</i>	41
11.5.	Diseño de trampa de grasa.....	41
11.5.1.	<i>Parámetros de diseño para la trampa de grasa</i>	41
11.5.2.	<i>Cálculo de las Dimensiones de la Trampa de Grasa</i>	43
11.5.3.	<i>Relación entre DBO y la DQO.....</i>	47
11.5.4.	<i>Línea de tratamiento</i>	47
	La línea de tratamiento de agua residual de la unidad de diálisis del Hospital Quito N°1, está constituida por tres elementos de tratamiento:	47
11.5.5.	<i>Eficiencia de la línea de tratamiento para el manejo de la unidad de diálisis del Hospital Quito N°1.....</i>	48
12.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
12.1.	Parámetros fuera de los Límites Máximos Permisibles	50
12.1.1.	<i>DBO5.....</i>	50
12.1.2.	<i>DQO (mg/l).....</i>	51
12.1.3.	<i>SAAM - Sustancias Activas al Azul de Metileno (mg/l)</i>	52
12.1.4.	<i>Aplicación de la Relación entre DBO y la DQO</i>	53
12.1.5.	<i>Eficiencia de la línea de tratamiento para el manejo de la unidad de diálisis del Hospital Quito N°1.....</i>	54
12.2.	Diagnóstico	61
13.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	55
13.1.	Comparación de Tratamientos biológicos	56
13.1.1.	<i>Lagunas de Estabilización.....</i>	56
13.1.2.	<i>Lodos Activados</i>	56
13.1.3.	<i>Reactor de manto de lodos y flujo ascendente UASB.....</i>	57
14.	RESPUESTA A LA PREGUNTA CIENTÍFICA	57

15.	PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA UNIDAD DE DIÁLISIS DEL HOSPITAL QUITO N°1 – POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR	58
15.1.	INTRODUCCIÓN A LA PROPUESTA.....	58
15.5.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.....	61
15.6.	DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRAMPA DE GRASA	62
15.6.1.	<i>Características de la trampa de grasa</i>	63
15.7.	DISEÑO DE UN SISTEMA BIOLÓGICO	64
15.7.1.	<i>Funcionamiento</i>	65
15.8.	Desinfección	65
16.	PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA.....	66
17.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
17.1.	Conclusiones	67
17.2.	Recomendaciones.....	68
18.	Bibliografía.....	70
16.	Anexos.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios del proyecto.....	5
Tabla 2. Actividades y sistema de tareas	1
Tabla 3. Característica Físico-química y Microbiológica de las Aguas	5
Tabla 4. Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales ¹²	
Tabla 5. Desinfectantes usados en el área de diálisis.....	22
Tabla 6. Ficha Ambiental del Área Unidad de Diálisis	38
Tabla 7. Tiempos de retención hidráulicos.	42
Tabla 8. Unidades de gasto por artefacto sanitario para el diseño de trampas de grasas.....	43
Tabla 9. Unidades de gasto utilizados en el área de diálisis	44
Tabla 10. Caudal m ³ /día 2019.....	54
Tabla 11. Actividades y sistema de tareas.....	59
Tabla 12. Presupuesto de propuesta.....	66
Tabla 13. Tabla A1. Límites Máximos Permisibles Por Cuerpo Receptor	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	11
Figura 2. Proceso de diálisis a través de un dializador	21
Figura 3. Ubicación geográfica del Hospital Quito N°1	37
Figura 4. Línea de tratamiento de propuesta	47
Figura 5. Resultado de análisis de agua residual de unidad de diálisis.....	49
Figura 6. Nivel de DBO5 (mg/l) en comparación de los LMP	50
Figura 7. Nivel de DQO (mg/l) en comparación de los LMP	51
Figura 8. Nivel de SAAM (mg/l) en comparación de los LMP	52
Figura 9. Diseño de una trampa de grasa	63
Figura 10. Biodigestor Rotoplas.....	65

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA UNIDAD DE DIÁLISIS DEL HOSPITAL QUITO N°1-POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR

Lugar de ejecución:

AV. MARIANA DE JESUS Y AV. OCCIDENTAL, Quito, Pichincha.

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente

Equipo de Trabajo:

Autores:

Srta. Andrea Pilco Estudiante

Sr. Johan Rodríguez Estudiante.

Tutor:

Mg. José Luis Agreda

Área de Conocimiento:

Recursos Naturales y Ciencias de la Tierra

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Sostenibilidad Ambiental, Manejo y Conservación del Recurso Hídrico, Manejo y Conservación del Recurso Suelo, Manejo y Conservación de la Biodiversidad.

Línea de investigación: Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Línea de vinculación: Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.

2 JUSTIFICACIÓN

La enfermedad renal crónica afecta a casi el 10% de la población mundial según la Organización Mundial de la Salud (OMS). En el Ecuador más de 10 mil personas padecen insuficiencia renal, los cuales necesitan diálisis para el tratamiento, este es un procedimiento que elimina los productos de desecho y el exceso de líquido de la sangre que los riñones no pueden eliminar. La diálisis realiza la función que normalmente hacen los riñones cuando están sanos.

Las aguas residuales generadas por el área de diálisis del Hospital Quito N°1, contienen diversas cargas contaminantes; algunos de ellos demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua); agentes infecciosos; nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables, inclusive metales pesados, entre otros más que pueden afectar a corto y largo plazo a los cuerpos de agua, así como a la flora y fauna. Inclusive puede llegar a causar enfermedades al ser humano.

Una manera efectiva de evitar y solucionar la mayor parte de problemas generados por la mala disposición de las aguas residuales es mediante la aplicación de un tratamiento a la misma. La ejecución de un proceso de tratamiento del agua residual permite disminuir la contaminación al ecosistema y la mejora de la salud de los habitantes del sector.

El Hospital de la Policía Nacional Quito No.1 es una casa de salud que tiene como propósito atender a la ciudadanía en las diferentes especialidades con las que cuenta, como en todo hospital este emite descargas líquidas al agua. Este establecimiento carece de un sistema de tratamiento de descargas líquidas. Las aguas residuales son transportadas a través del sistema de alcantarillado, hasta ser descargadas en las aguas receptoras. Como consecuencia de la falta de tratamiento de las aguas vertidas al recurso hídrico, se evidencia la proliferación de vectores (ratas, mosquitos, aves carroñeras), afectación paisajística, consecuentemente, afectación al buen vivir de los habitantes en la zona de influencia y a la vida acuática, entre otros.

La presente investigación busca dar una propuesta de Tratamiento de Aguas Residuales Generadas en la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1 – Policía Nacional del Ecuador, se considera pertinente realizar la interpretación de los análisis del agua residual existentes para comparar los parámetros evaluados con los límites máximos permisibles establecidos dentro de la normativa ambiental y poder proponer un tratamiento adecuado mediante procesos físico-químico y microbiológicos, con el fin de crear conciencia en la responsabilidad de los involucrados en esta operación, contribuyendo a mitigar el impacto negativo al medio ambiente. Además, a través de este proyecto permitió realizar el complemento a la formación académica en la carrera de Ingeniería Ambiental, dentro de la sub línea de investigación sostenibilidad ambiental la cual se centra su desarrollo en la conservación de los recursos naturales, mientras se reduce la contaminación y los daños al medio ambiente causados por culpa de las acciones antropogénicas. Para lo cual se puso en práctica los conocimientos adquiridos en el transcurso de nuestra formación.

3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. *Beneficiarios del proyecto*

TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD APROXIMADA
Directos	Habitantes del barrio La Granja, específicamente en la Av. Mariana de Jesús y Av. Mariscal Sucre.	3.305 habitantes. (1.569 hombres y 1.736 mujeres)
Indirectos	Provincia de Pichincha, en el cantón Quito Parroquia Belisario Quevedo	Quito: 2.230.191 habitantes Parroquia Belisario Quevedo: 47.752 habitantes. (22.612 hombres y 25.140 mujeres)

Nota: (INEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010)

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La contaminación de las aguas superficiales en Ecuador es un problema recurrente que ha sido objeto de estudio en los últimos años. En el país se descargan 2.3 millones de litros de agua residuales, según la Secretaria Nacional del Agua-SENAGUA, estas consecuencias se deben a la presencia de actividades antropogénicas especialmente los ríos que drenan grandes ciudades.

Los riesgos que pueden generar los líquidos hospitalarios que se vierte en el sistema de alcantarillado sin previo tratamiento son: Eutrofización por pérdida de oxígeno, posibles efectos patogénicos de numerosos microorganismos y los efectos tóxicos y genotóxicos de una gran variedad de sustancias químicas generadas en los hospitales, como fármacos, productos de higiene personal y desinfectantes; materia orgánica, por lo que su vertido sin un tratamiento adecuado constituye un importante problema medioambiental.

Las aguas residuales del proceso de diálisis dentro del Hospital Quito N°1 – Policía Nacional Del Ecuador, son vertidas directamente sin tratamiento previo al sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Quito, por lo que se plantea proponer un tratamiento del manejo de aguas residuales generadas en la unidad de diálisis del Hospital Quito N°1, y poder mitigar el impacto ambiental generado por esta actividad.

5 OBJETIVOS

Objetivo General

Elaborar una propuesta de tratamiento de aguas residuales generadas de los desechos líquidos de la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1 – Policía Nacional del Ecuador.

Objetivos Específicos

- Identificar los principales parámetros de contaminación presente en el agua residual de la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1.
- Determinar los procesos de depuración aptos para el tratamiento de las aguas residuales.
- Proponer una alternativa de manejo para las aguas generadas en el proceso de las diálisis de la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1.

6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 2. *Actividades y sistema de tareas*

Las actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos se detalla a continuación:			
Objetivos	Actividad	Resultado de actividades	Descripción de la metodología por actividad
Identificar los principales parámetros de contaminación presente en el agua residual de la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1.	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de información del lugar por medio de la observación directa. • Revisión de análisis de resultados de parámetros físico químicos y microbiólogos del agua de la unidad de diálisis. • Análisis de los parámetros que se encuentran fuera de los Límites Máximos Permisibles. 	Identificación de parámetros que incumplen con las normativas ambientales para descarga de efluente al sistema de alcantarillado.	Levantamiento de información para realizar el análisis de lo recopilado de los análisis de calidad de agua residual de la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1.
Determinar los procesos de depuración aptos para el tratamiento de	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica de los diferentes tipos de tratamientos de aguas residuales. 	Tipos de tratamientos. Principios utilizables para la selección.	Investigación científica y bibliográfica de los diferentes tipos de tratamientos de aguas residuales.

<p>las aguas residuales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de modelos de tratamiento de aguas residuales. • Selección de tratamientos adecuado. 		
<p>Establecer una alternativa de manejo para las aguas generadas en el proceso de las diálisis de la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de bibliografía para la comparación de tratamientos. • Determinación de una línea de tratamiento en función de la relación del DBO5 y DQO. • Descripción de un tratamiento adecuado para las aguas residuales de la Unidad de Diálisis. 	<p>Diseño de modelo de tratamiento en función de los parámetros que se encuentran fuera los límites máximos permisibles.</p>	<p>Revisión de la normativa ecuatoriana y de la Competencia que tiene el Distrito Metropolitano de Quito.</p>

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Aguas residuales

(Metcalf-Eddy, 1977). Describieron a las aguas residuales como una combinación de uno o más de los siguientes:

Efluentes domésticos que consisten en aguas negras (excremento, orina y lodos fecales) y aguas grises (aguas servidas de lavado y baño); agua de establecimientos comerciales e instituciones, incluidos hospitales; efluentes industriales, aguas pluviales y otras escorrentías urbanas; y escorrentías agrícola, hortícola y acuícola.

8.2 Clasificación de aguas residuales

Las aguas residuales podemos definirlas como aquellas que por uso del hombre contienen gran cantidad de sustancias y microorganismos. Las podemos clasificar como domésticas, industriales y hospitalarias.

8.2.1. Aguas residuales Domésticas

Las aguas residuales domésticas son producto de la utilización del líquido en las diferentes actividades de un hogar, las cuales producen un nivel de contaminación al agua que puede manifestar la presencia de sólidos, desechos orgánicos, detergentes, jabones y grasas, lo que precisa de un proceso para su eliminación. (Castro, 2014)

8.2.2. Aguas Residuales Pecuarias

Las aguas residuales pecuarias son las que proceden de la actividad ganadera. Si la actividad se desarrolla de forma intensiva, se generan normalmente vertidos directos a los cauces. Son vertidos localizados, constantes y concentrados. Si la actividad es de forma no estabulada; el ganado deambula libre la contaminación de los cauces, y es de tipo difuso. (Cabrera, 2016)

8.2.3. Aguas Residuales de Origen Agrícola

El origen de la contaminación agrícola está en el arrastre, por las aguas de lluvia y el agua de riego, de los productos usados en la agricultura.

El agua residual se incorpora a las fases del ciclo hidrológico (escorrentía superficial, sub superficial, subterránea, etc.) llevando consigo los contaminantes. Los acuíferos, ríos y embalses serán las masas de agua receptoras que sufrirán los problemas de este tipo de contaminación. (López, 2016)

8.2.4. Aguas Residuales Industriales

Las aguas residuales industriales proceden de la variada actividad industrial. Aparecen tantos tipos de aguas residuales industriales como tipos de industrias. Dentro de cada industria, el agua de abastecimiento, que luego se transformara en una gran proporción en agua residual. (Ulloa, 2018)

8.2.5. Aguas Residuales Hospitalarias

Según (Alvariño, 2008) , las aguas residuales hospitalarias son el resultado de las actividades realizadas por los establecimientos de salud como tratamientos médicos, limpieza general, intervenciones quirúrgicas, excreciones de los pacientes y personal del hospital.

Los hospitales consumen un volumen diario de agua bastante significativo. De hecho, mientras el consumo doméstico de agua a nivel internacional se sitúa alrededor de 150 litros persona⁻¹ día⁻¹, el valor admitido generalmente para los hospitales está dentro de rango de 400 a 1 200 litros cama⁻¹ día⁻¹.

8.3 Características de las aguas residuales

Los problemas asociados a los líquidos residuales generados en centros de salud han sido motivo de preocupación internacional debido al peligro de una potencial propagación de enfermedades y a los riesgos ambientales derivados de la ausencia de tratamientos adecuados. (Paz, 2004)

Tabla 3. Característica Físico-química y Microbiológica de las Aguas

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS		
Parámetros organolépticos	Color	
	Turbidez	
	Olor	
	Sabor	
Parámetros físicos	Sólidos totales (residuo seco)	Sólidos suspendidos (sedimentables y no sedimentables)

		Sólidos filtrables (coloidales y disueltos)	
		Temperatura	
		Conductividad	
		Radiactividad	
Parámetros químicos		Salinidad	
		Dureza	
		pH	
		Alcalinidad	
		Acidez	
		Oxígeno disuelto	
		Materia orgánica	
		DBO (demanda biológica de oxígeno)	
		DQO (demanda química de oxígeno)	
		COT (carbono orgánico total)	
		Bionutrientes (N,P)	
		Otros compuestos	Metales pesados
			Aniones y cationes
	Sustancias indeseables		
	Sustancias tóxicas		
Parámetros microbiológicos	Indicadores	Coliformes (totales y fecales)	
		Estreptococos fecales	
		Enterococos fecales	
		Ensayos específicos (salmonela, legionela...)	

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

A continuación, se detallan algunas de las características físico-químicas y microbiológicas de las aguas.

8.4. Características Físicas

8.4.1. Sólidos

- ❖ Sólidos totales (ST): Son los residuos remanentes después que la muestra ha sido evaporada y secada a una temperatura específica (103 a 105 °C).
- ❖ Sólidos suspendidos totales (SST): Son una fracción de los ST retenidos en un filtro con un tamaño específico de filtro medida después de que se ha secado a una temperatura específica.
- ❖ Sólidos disueltos totales (SDT): son aquellos que pasan a través del filtro, que son evaporados y secados a una temperatura específica, la medida comprende coloides y SD.
- ❖ Sólidos sedimentables: Son sólidos suspendidos que se expresan como milímetros por litros, los cuales se sedimentan fuera de la suspensión dentro de un rango de tiempo específico. (Crites, 2000)

8.4.2. Turbiedad

La turbidez mide el grado de refracción de la luz es absorbida o reflejada por el material suspendido, por lo que la podemos considerar como una medida del efecto de los sólidos suspendidos en el cuerpo de agua. La luz es absorbida o reflejada por el material suspendido, por lo que la podemos considerar como una medida del efecto de los sólidos suspendidos en el cuerpo de agua. (Ulloa, 2018)

8.4.3. Olor

La mayoría de los olores presentes en las aguas residuales son debidos al desprendimiento de gases de la masa del agua residual. Una característica del olor es que cantidades muy pequeñas de determinados compuestos pueden producir niveles elevados de olor. Generalmente el olor es producido por compuestos orgánicos. (Márquez, 2004)

8.4.4. Conductividad

Es la medida de la capacidad de una solución para transmitir la corriente eléctrica.

8.5. Características Químicas

Las características químicas de las aguas residuales se dividen en tres aspectos: materia orgánica, materia inorgánica y gases que se encuentren en este tipo de aguas.

8.5.1. pH

Es la medida de la concentración del ion hidrógeno presente en el agua. Las aguas residuales hospitalarias con cantidades de pH inferiores a 5 y mayores a 9 son de difícil tratamiento mediante procesos biológicos. (Cruz, 2008)

8.5.2. Oxígeno Disuelto

Es la cantidad de oxígeno presente en el agua y es utilizado como un indicador de la calidad del agua. (Paz, 2004)

8.5.3. Grasas y aceites

Son un conjunto de compuestos orgánicos formados por ácidos de origen vegetal y animal. Son de baja densidad, poca solubilidad en agua, baja o nula biodegradabilidad. (Guzman, 2008)

8.5.4. Detergentes/ Tensoactivos

Son sustancias que muestran actividad en las superficies disminuyendo la superficie del líquido en donde se encuentra disuelto. Se encuentran las sustancias sintéticas que se utilizan regularmente en el lavado (lavavajillas), y, productos para eliminar el polvo de superficies, gel de ducha etc.

8.5.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Mide la cantidad de oxígeno que emplean los microorganismos para la degradación de materia orgánica. Cuando se descargan aguas con DBO alta a un cuerpo de agua, las bacterias y otros microorganismos disponen de una rica fuente de alimentos, lo que permite que se reproduzcan con mayor rapidez.

Las cantidades, cada vez mayores de bacterias, consumen el oxígeno del agua. Si la DBO del efluente es demasiado elevada, o el cuerpo receptor no es capaz de diluirla hasta alcanzar un nivel seguro, la cantidad de oxígeno disuelto disminuye de tal forma que los peces y otros organismos acuáticos mueren asfixiados. El resultado es DBO₅ y se expresa en miligramos de oxígeno disuelto por litro (mg/l). (Guzman, 2008).

8.5.6. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Este parámetro mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos en suspensión o disueltas en una muestra líquida. (Castro, 2014)

8.5.7. Metales Pesados

Los metales tienen interés en la parte de tratamiento, reutilización y vertimiento de los lodos y efluentes ya tratados, ya que todos los organismos necesitan para su adecuado desarrollo elementos tales como hierro, cromo, cobre, zinc en diferentes cantidades. (Cabrera, 2016)

8.6. Características Biológicas

Según (ALLEN, 1996), las propiedades biológicas poseen una alta trascendencia en el control de patologías que sean causadas por organismos patógenos de procedencia humana y por la proliferación o desarrollo de bacterias y otros microorganismos en la descomposición y estabilización de la materia orgánica tanto en el medio natural como en una planta de procedimiento de aguas residuales.

8.6.1. Bacterias

Las bacterias son microorganismos unicelulares que se multiplican por escisión celular, o sea, dividiéndose en 2 piezas. Según cuál sea su fuente de ingesta de alimentos, las bacterias tienen la posibilidad de ser autótrofas (pueden crecer en medios enteramente inorgánicos) o heterótrofas (dependen de compuestos orgánicos para alimentarse). (Castro, 2014)

8.6.2. Protozoos

Entre los organismos causantes de enfermedades los protozoarios *Cryptosporidium parvum*, *Cyclospora* y *Giardia lamblia* son de gran interés ya que tienen un alto impacto sobre la población especialmente las personas con deficiencias en el sistema inmunológico y de este tipo de microorganismos son los más comunes encontrarlos en las aguas residuales. (Alvariño, 2008)

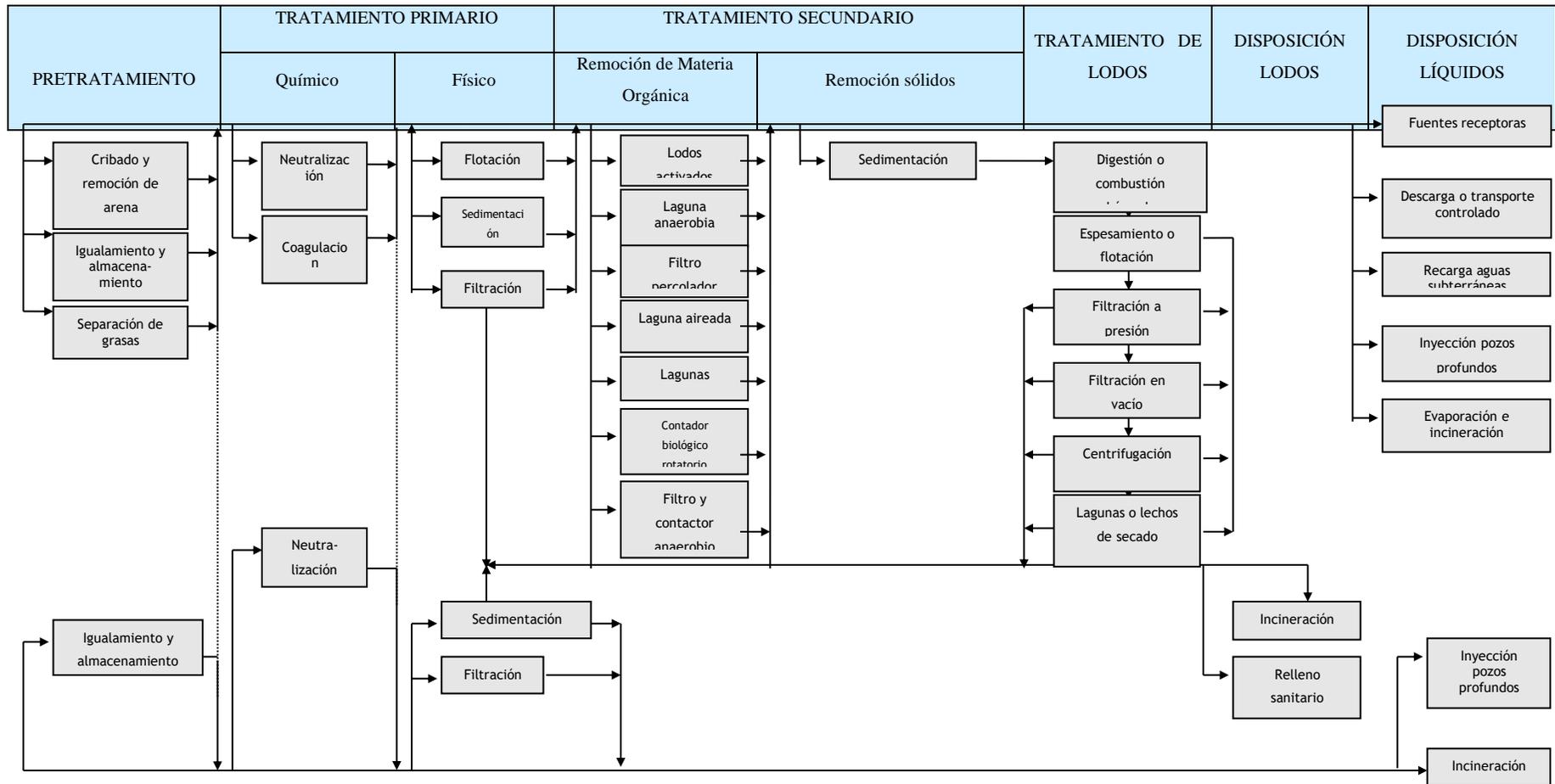
8.6.3. Coliformes totales y fecales

Son un grupo de bacterias que tienen ciertas características bioquímicas en común: son bacilos gramnegativos, dotados de motilidad por flagelos, son anaerobios facultativos. Abarca los géneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*, etc. (Alvariño, 2008)

8.7. Tratamiento de Aguas Residuales

Según (Rojas, 2002), los sistemas de tratamiento de aguas residuales son una combinación de operaciones y procesos unitarios diseñados para reducir ciertos componentes presentes en el agua residual, estos procesos tienen la función de mejorar la calidad de los recursos hídricos mediante la reducción de la contaminación a través de procesos, físicos, químicos y biológicos, estos va a depender de las características del agua residual a tratar.

Tabla 4. Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales



Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

El tratamiento de aguas residuales suele incluir las siguientes fases:

- ❖ Pretratamiento
- ❖ Tratamiento primario
- ❖ Tratamiento secundario
- ❖ Tratamiento terciario

8.7.1. Pretratamiento

a) Cribado

Se emplea rejillas de metal que ayuden a retener elementos flotantes de diferentes tamaños. La limpieza puede ser manual o mecánica. Para el material fino se utilizan aberturas de 5mm o menos, generalmente son mallas metálicas de acero, placas de acero perforado y pueden llegar a eliminar entre un 5 a un 25% de sólidos en suspensión. Para el material grueso se utilizan aberturas entre 4,8 o 9 cm, para evitar que sólidos de grandes. (Rigola, 1990)

b) Desarenador

Remueve partículas de arenas, cenizas y grava. Estas pueden causar problemas de operación ya que pueden llegar a acumularse alrededor de las tuberías de entrada provocando una obstrucción de la misma. Este sistema está conformado por una caja o canal, donde los sólidos o partículas se desprenden del líquido por gravedad. (Rigola, 1990)

c) Remoción de grasas y aceites

Elimina grasas, aceites, espumas y materias flotantes que pueden perturbar a los siguientes procesos. Para la remoción se utiliza un sistema de barrido superficial de espuma o natas, al momento de ingresar las aguas residuales pasa a una zona de remoción de grasas por medio de un vertedero control, donde estas se atrapan y se retiran. (Rigola, 1990)

8.7.2. Tratamiento Primario

Tiene como objetivo eliminar, por efecto de la gravedad, los sólidos suspendidos de las aguas residuales; se logra bien sea de manera libre, o asistida con químicos que aglomeran las partículas (floculantes) para que ganen peso y decanten con mayor velocidad. (Rivas, 2012)

d) Decantadores

Es un método físico para separar componentes de mayor densidad que el agua. El mecanismo de acción de la separación es la fuerza de la gravedad. Así, los componentes de mayor densidad se sitúan en el fondo del decantador, quedando el agua clarificada en la superficie. La adición de coagulantes y floculantes favorece la separación de los sólidos en suspensión en el proceso de decantación. (GEDAR, 2016)

e) Fosa séptica

Son tanques que tienen como función sedimentar y desnatar, como un digestor anaerobio sin tener que mezclar ni calentar y se convierte en un tanque de almacenamiento de lodos. (Castro, 2014)

f) Tanques Imhoff

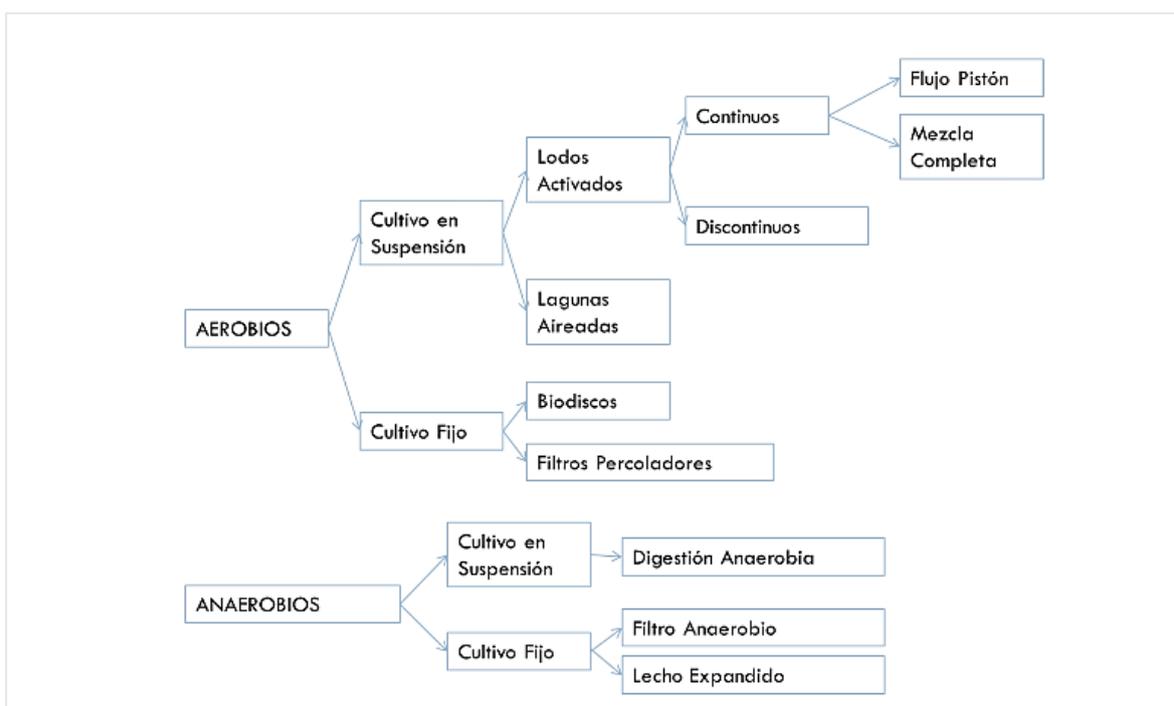
Consiste en un tanque que presenta dos compartimentos interconectados de modo tal que se facilita la sedimentación, se favorece la separación de la espuma y en el lecho inferior se da un proceso de digestión anaerobia de los sólidos. (GEDAR, 2016)

8.7.3. Tratamiento Secundario

Un tratamiento secundario se basa en limpiar el agua que viene del tratamiento primario con ciertas impurezas de menor tamaño.

Los tratamientos biológicos de aguas residuales se benefician de la capacidad que poseen ciertos microorganismos como las bacterias, ya que tienen la facilidad de asimilar nutrientes, materia orgánica (como fuente de carbono) presentes en el agua provocando la eliminación de los mismos. Después de este tipo de proceso se realiza separación de la biomasa originada del sobrenadante mediante decantación. Para un buen crecimiento de los microorganismos es necesario el complemento con fósforo y nitrógeno en el efluente. (Alba, 2006)

Figura 1. Tipos de reactores para el tratamiento de aguas residuales



Nota. Tomado del (Rivas, 2012). Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012.

a) *Sistemas Anaerobios*

El tratamiento anaerobio es un proceso biológico caracterizado por tener una tasa baja de síntesis bacteriana, es decir, una baja producción de lodos de desecho. Además de ser uno de los procesos más utilizados en aguas residuales que presentan alto contenido de carga orgánica, debido a su bajo costo, por realizarse en ausencia de oxígeno. Este proceso biológico se caracteriza por permitir eliminar la DQO y obtener como producto final Biogás, el cual está compuesto por metano y dióxido de carbono, a su vez puede ser utilizado para la generación de energía térmica o eléctrica (Leton, 2006)

En el proceso anaerobio biológico es necesario diseñar reactores con alta carga de organismos, debido a la lentitud del proceso es obligatorio trabajar con tiempos de retención largos.

El tratamiento anaerobio presenta importantes ventajas entre ellas tenemos:

- ❖ Bajo consumo energético
- ❖ Reducido espacio de implantación
- ❖ Bajo consumo de productos químicos
- ❖ Reducción de los costes de tratamiento de fangos
- ❖ Pequeño requerimiento de nutrientes
- ❖ Aprovechamiento energético del biogás producido

En este complejo proceso actúan varios grupos de bacterias, tanto anaerobias como facultativas, en el que, a través de una serie de etapas y en ausencia de oxígeno, da a la formación de metano y dióxido de carbono. (Alba, 2006)

b) *Sistemas Aerobios*

El tratamiento biológico aerobio es un proceso de respiración de oxígeno en el cual una mayor cantidad de energía del sustrato es utilizada

para la síntesis celular, por lo que hay una mayor generación de biomasa, cuyo tratamiento y disposición incrementa la dificultad técnica y el costo del tratamiento. (Romero A. R., 2008)

Este tratamiento esta seguido de una decantación secundaria, en el cual los microorganismos destruyen y metabolizan la materia orgánica soluble y coloidal, reduciendo el DBO y la DQO a valores inferiores a 100 mg/l, sin embargo, aquellas sustancias de origen sintético presentan una mayor resistencia. Existen distintos tipos de tratamiento aerobio, cuya selección dependen del volumen, concentración de los contaminantes, variabilidad del vertido y del coste de energía. Entre ellos tenemos los fangos activos, lagunas aireadas, filtros biológicos, biodiscos entre otros. (Romero A. R., 2008)

8.7.4. Tratamiento Terciario

Se aplica y es necesario para separar la materia orgánica residual de los efluentes del proceso de tratamiento biológico, el objetivo es prevenir la contaminación de los cuerpos de agua receptores y el de obtener como resultado la calidad adecuada para el reúso.

a) Adsorción

Consiste en retención de sustancias solubles que se eliminarán y concentrarán en la superficie de un sólido, uno de los parámetros fundamentales en este caso será la superficie específica del sólido, ya que el compuesto soluble que se va a eliminar se va a concentrar en la superficie. Particularmente se lo utiliza para eliminar fenoles, hidrocarburos aromáticos nitrados, derivados clorados, así como para eliminar olor, color y sabor. El absorbente más utilizado en el tratamiento es el carbón activado. (Belzona, 2010)

b) Desinfección con cloro

La cloración es un proceso aplicado para tratamientos de efluentes industriales y urbanos, básicamente el cloro es un desinfectante esto se debe a su alta capacidad de oxidación, por lo tanto, elimina o inhibe el crecimiento bacteriano y de las algas. Ayuda a oxidar compuestos que se encuentran presentes en los efluentes industriales. (Carreño, 2015)

8.8. Tipos de Tratamiento en Unidades de Diálisis

La Enfermedad Renal Crónica avanzada se da cuando los riñones ya no funcionan en su totalidad, el paciente necesita algún tipo de Tratamiento Sustitutivo de la función renal como: hemodiálisis, diálisis peritoneal o trasplante renal.

La contaminación de las aguas superiores debido a la descarga inadecuada de las aguas residuales hospitalarias de la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1, pueden causar daños graves medioambientales y así como de salud, debido a que las aguas descargadas contienen grandes cantidades de sustancias con toxinas, virus, y bacterias.

8.8.1. Diálisis

Una persona necesita Diálisis cuando sus riñones ya no son capaces de eliminar desechos y líquido de la sangre, en cantidades suficientes como para mantenerse sano. Generalmente, esta situación ocurre en el caso de que el paciente presente un 10 a 15% de la función renal. La diálisis está compuesta por el procedimiento la hemodiálisis. (CHOCHO, 2016)

8.8.2. Hemodiálisis

La Hemodiálisis, en tanto, es un procedimiento de depuración sanguínea extracorpórea, realizada en una máquina que permite retirar parcialmente del cuerpo: el agua y los productos urémicos de desecho que se acumulan por la incapacidad de los riñones para realizar esta función. (García, 2020)

8.9. Tratamiento Físicoquímico del Agua Residual de la Unidad de Diálisis

Este tratamiento separa componentes contaminantes no disueltos en el agua sin alterar, en principio, los componentes disueltos. Al producirse una adición de reactivos químicos (coagulantes, floculantes, neutralizadores de pH se modifica la estructura química y se produce precipitación de componentes que estaban disueltos en el agua). Es necesario estabilizar el pH ya que favorece la multiplicación de bacterias, mientras que el pH básico permite que se desarrollen mejor las levaduras y los hongos. (Ramalho, 1993)

8.9.1 Características físicoquímicas

Las aguas residuales presentan diferentes características con las Físicoquímicas las cuales se pueden tener en cuenta para poder tener un manejo del agua para ser tratadas, de acuerdo a esto si no se el buen manejo obedecería a una mala caracterización de las aguas, ya que impide seleccionar correctamente los tratamientos y aplicar criterios adecuados para el diseño.

8.10. Residuos Peligrosos Generados en una Unidad de Diálisis

Los residuos producidos en la actividad en la unidad de diálisis, conllevan un riesgo potencial para los trabajadores, siendo necesario realizar medidas de prevención en su manipulación, recogida, almacenamiento, transporte, tratamiento y eliminación de sus desechos.

- ❖ Residuos infecciosos
- ❖ Residuos anatómicos no identificables
- ❖ Residuos químicos
- ❖ Agujas y otro material cortante y/o punzante
- ❖ Sangre y hemoderivados en forma líquida
- ❖ Residuo en el proceso de limpieza y desinfección
- ❖ Residuos líquidos de los concentrados de los pacientes

Los residuos líquidos generados en el proceso de las diálisis no reciben un tratamiento antes de llegar al sistema de alcantarillado de Quito.

La unidad de diálisis interesada en conocer si el efluente se encuentra dentro los parámetros permitidos por la normativa ecuatoriana y la necesidad de prevenir la contaminación del agua residual antes de ser vertidos a la red del efluente sanitario. Primero se analizará la descarga que genera la unidad de diálisis para buscar un sistema de control, luego tomar la muestra para ser analizados por un laboratorio acreditado por el ministerio de ambiente para llevar un registro de los valores y conocer las incidencias negativas al medio ambiente.

8.11. Descripción del proceso de diálisis

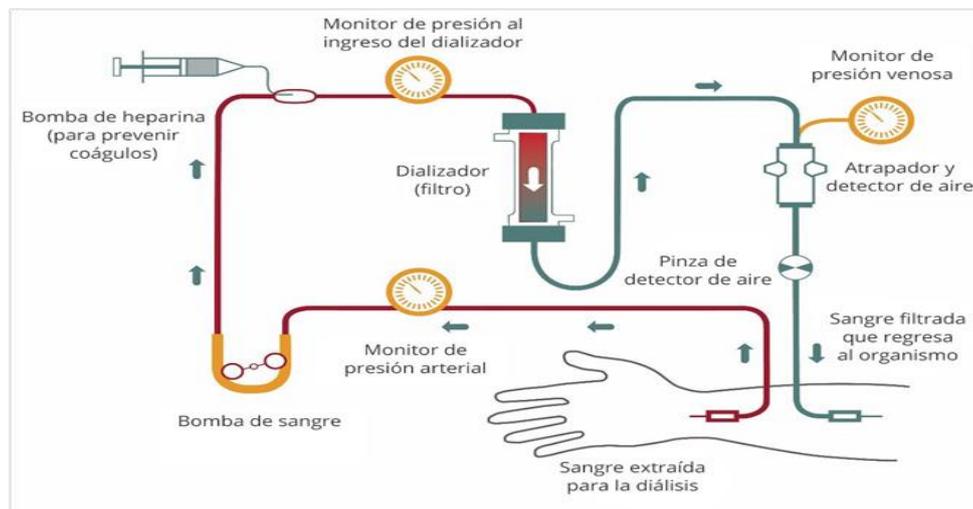
Los riñones funcionan como filtros para la sangre y sirven para retomar y regular el agua del cuerpo; por lo que la vida no es posible sin la función del riñón. La diálisis

es un proceso mediante el cual se extrae las toxinas y el exceso de agua de la sangre y que se utiliza como terapia renal sustitutiva tras la pérdida de la función renal en personas con fallo renal.

Este tratamiento extrae la sangre del paciente y se hace circular por un tubo hacia el filtro de diálisis. Este filtro está dividido en dos espacios por medio de una membrana semipermeable: por un lado, pasa la sangre y por el otro el líquido de diálisis (dializado). La membrana contiene poros que permiten el paso de sustancias de desecho y del agua desde la sangre hacia el líquido de diálisis, pero no permite el paso de otras sustancias. Entra sangre con toxinas y dializado sin ellas, se ponen en contacto a través de la membrana semipermeable y por diferencia de concentración, las toxinas pasan de la sangre al dializado, así se consigue la salida de sangre limpia y el dializado con toxinas. Mediante un mecanismo de entrada y salida continua de ambos fluidos se consigue mantener siempre la diferencia de concentración necesaria para poder limpiar las toxinas de una manera continua. (González M. I., 2012)

Se necesita extraer el agua que se ha acumulado en el cuerpo, ya que aumenta la presión arterial y el trabajo del corazón y para ello se genera un aumento en la presión del compartimiento de la sangre dentro del filtro que empuja al líquido contra la membrana forzándolo a atravesarla hacia el compartimiento del dializado, por donde es eliminado. El proceso dura unas 4 horas y debe realizarse 3 veces por semana. Además hay que establecer una vía de acceso a la corriente sanguínea para ello se conecta una arteria del brazo con una vena. Las dos clases principales de acceso son la fístula (se realiza directamente) y el injerto (por medio de un tubo sintético). (González M. I., 2012)

Figura 2. Proceso de diálisis a través de un dializador



Nota. Tomado del Hall YN, L. P. (2018). Hemodiálisis. Instituto Nacional de la Diabetes y las Enfermedades Digestivas y Renales.

Un paciente en diálisis es tratado tres veces a la semana con aproximadamente 150 litros de líquido de diálisis cada vez y expuesto a 23,400 litros por año. Este líquido de diálisis consiste de alrededor de 99 % de agua de ósmosis inversa y de productos químicos adicionados tales como ácidos, sales y bicarbonato. Una Unidad de Diálisis produce como promedio más de 1 000 000 de litros de líquido de diálisis por año. Mundialmente, la producción de líquido de diálisis es alrededor de 25 000 000 000 litros, lo cual hace que este líquido sea uno de los mayores productos por volumen usados en medicina.

8.12. Saneamiento De La Unidad De Diálisis Del Hospital Quito N°1

El área de diálisis dentro de un hospital, es un foco de infecciones para pacientes, familiares, y trabajadores de salud. Los agentes patógenos pueden encontrarse en superficies o suspendidos en el aire, razón por el cual se realiza una desinfección continua.

Tabla 5. *Desinfectantes usados en el área de diálisis*

AGENTE DESINFECTANTE	USO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Gluteraldehido 2%	Desinfección de alto nivel y esterilización en frio.	Reutilización por 14 días.	Toxico. Irritación en las mucosas. < 1% no sirve.
Ácido perecético 0,1% y 0,2%	Desinfección de alto nivel. Esterilización en frio	Sin residuos tóxicos. Esteriliza en corto tiempo.	Activo en bajas temperaturas. Inestable no se reutiliza. Cancerígeno > 1 %. Alto costo.
Cloro y Derivados 1% - 5%	Superficie de nivel medio y bajo	Desinfección de superficies. Rápido de utilizar. Bajo costo.	Se evapora rápidamente en 20 minutos pierde su efectividad, pero el olor queda. Muy corrosivo para los metales. Elevada toxicidad para la piel y mucosas.
Fenolíticos	Limpieza de superficies	Efecto detergente	Alta toxicidad digestiva, respiratoria y mucosa. Irritación y mucosas. Pueden quedar residuos en áreas porosas.

Alcohol	Desinfección en pequeñas cantidades.	Gran disponibilidad	Evaporador daño a lentes Inflamable Escasa acción residual.
Yodo 0,5% y 10%	Lavados de manos. Preparación preoperatoria. Preparación de la piel.	Delimitación de la zona por su coloración.	Contacto mínimo 3 minutos para su efecto. No se puede diluir.
Clorhexidina 2% y 4%	Preparación preoperatoria.	Efecto residual.	Poco efecto en mico bacterias. Irritante en las corneas. Efecto lento.

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

8.13. Limpieza y desinfección de la unidad de diálisis del Hospital Quito N°1

Una vez finalizada cada sesión con los pacientes se procede a realizar una desinfección profunda de toda el área, así como los materiales, y espacio utilizados.

8.13.1. Sillones

La limpieza y desinfección de estos, se los realiza desde la cabecera hasta la posa de los pies, cubriendo cada uno de los espacios del sillón, sin regresar a limpiar en el lugar donde ya se limpió con el fin de no arrastrar cualquier microorganismo.

Los protocolos de bioseguridad frente al COVID-19 (coronavirus), son los mismos de la política habitual del hospital incluyendo en uso de la solución de hipoclorito sódico con una concentración al 0,1%, etanol al 62-71% o peróxido de hidrógeno al

0,5%, dejando actuar por un minuto. Es importante que no quede humedad en la superficie cercana al paciente. Se pueden emplear toallitas con desinfectante.

8.13.2. Instrumental

El instrumental se descontamina después de cada sección con los pacientes, primero se lo lava, desinfecta y esterilizan. Los equipos de curación, campos, pinzas, tijeras, permanecerá 30 minutos en la solución de hipoclorito al 5% para ser manipulado, lavado y re esterilizado sin riesgo.

8.13.3. Maquinas

Se lo realiza después del tratamiento de Hemodiálisis:

- ❖ Las maquinas son lavadas y desinfectadas internamente con químicos: cloro al 5% después de cada sesión y al término del día con ácido peracético al 3%
- ❖ El exterior debe ser limpiado con desinfectante químico al 1%.
- ❖ Se desmonta el circuito extracorpóreo de diálisis utilizado por el paciente.
- ❖ Se saca las pinzas de diálisis para ser lavadas.
- ❖ Se retiran los bidones de concentrados ya utilizados
- ❖ Se limpia la superficie desde arriba hacia abajo sin regresar por la superficie desinfectada y siguiendo el siguiente patrón: cara anterior del monitor, soporte del suero, luego los laterales del monitor y posteriormente la base.

8.14. Área de diálisis

La limpieza de la sala entre turno y turno el piso y las superficies con hipoclorito al 1% se hará siempre desinfección química.

8.15. Manejo de material punzo cortante

Los materiales corto punzantes como: las agujas de fístula, hojas de bisturí y jeringas, deben ser colocados en recipientes para su pertinente desecho.

8.16. Manejo de filtros y líneas

Los filtros y líneas utilizados son descontaminados, después que el paciente ha terminado su tratamiento debido a que queda residuos de sangre con solución salina. Se lavan con hipoclorito de sodio al 1%, con circuito cerrado vaciando en pomas que luego se lleva al vertedero.

8.17. Manejo de desechos comunes y material contaminado

Para evitar la acumulación peligrosa o derramamiento de los mismos y deben ser removidos antes de llegue a $\frac{3}{4}$ de su máxima capacidad y los envases deben ser desinfectados al final de cada jornada con solución de hipoclorito de sodio al 5%, eliminando bacterias o virus que puedan aparecer. Todo material contaminado con sangre debe ir en bolsa roja, los desechos comunes en bolsa negra y los cortos punzantes en un material rígido de color rojo.

Los residuos generados en la atención del paciente se consideran residuos de Clase III y por lo tanto deberán ser eliminados como residuos biosanitarios especiales.

8.18. Manejo de ropa

La ropa proveniente del personal, de los pacientes de sala de hemodiálisis, se cambia entre turno y turno, la ropa con residuos de sangre se coloca en bolsa rotulada como contaminada y se envía al área de lavandería para ser descontaminada.

El traslado de ropa sucia al área de lavandería la persona encargada de la ropa usa guantes, gorro, mandil plástico y mascarilla, para clasificarla como tratando de manipular lo menos posible, aunque no estuvieran manchados de sangre o efluente, la ropa contaminada con sangre o efluente se la descontamina por inmersión en solución de hipoclorito de sodio al 1 % durante 30 minutos, luego se procederá al lavado según técnica habitual.

8.19. Marco Legal

Constitución de la República del Ecuador

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, su TITULO correspondiente a ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO del Capítulo Primero que trata a cerca de los Principios fundamentales, establece en su:

Art. 3.- Son deberes primordiales del Estado. Para lo cual determina textualmente en su numeral: “7. Proteger el patrimonio natural y cultural del país”.

En el Capítulo segundo de los Derechos del buen vivir en su Sección primera correspondiente al Agua y alimentación, en sus artículos 12 y 13 textualmente manifiesta:

“**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

“**Art. 13.-** Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales”.

“**Art. 14** de la constitución reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, SUMAK KAWSAY. A la vez que declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.”

“**Art. 72.-** de la Constitución manifiesta textualmente “La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.”

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas”.

Art. 264.- de la Constitución, se plantean competencias exclusivas a los gobiernos municipales sin perjuicio de otras que determine la ley, y entre ellas textualmente se encuentra el numeral:

“4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

La Ley Orgánica de salud, en el Libro Segundo; salud y seguridad ambiental, Capítulo II De los desechos comunes, infecciosos, especiales, y de las radiaciones ionizantes; en el:

Art. 104.- dice “Todo establecimiento industrial, comercial o de servicios, tiene la obligación de instalar sistemas de tratamiento de aguas contaminadas y de residuos tóxicos que se produzcan por efecto de sus actividades”

La Ley de Gestión Ambiental

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, EN EL TÍTULO I ÁMBITO Y PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL en su:

Art. 1.- La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Art. 4.- Los reglamentos, instructivos, regulaciones y ordenanzas que, dentro del ámbito de su competencia, expidan las instituciones del Estado en materia ambiental, deberán observar las siguientes etapas, según corresponda: desarrollo de estudios técnicos sectoriales,

económicos, de relaciones comunitarias, de capacidad institucional y consultas a organismos competentes e información a los sectores ciudadanos.

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, EN SU CAPITULO III DEL SISTEMA DESCENTRALIZADO DE GESTION AMBIENTAL en su:

Art. 10.- Las instituciones del Estado con competencia ambiental forman parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y se someterán obligatoriamente a las directrices establecidas por el Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable.

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, CAPITULO IV DE LA PARTICIPACION DE LAS INSTITUCIONES DEL ESTADO en su:

Art. 12.- Son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, las siguientes:

- b) Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, de permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y las que establezca el Ministerio del ramo;
- e) Regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social; mantener el patrimonio natural de la Nación, velar por la protección y restauración de la diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genético y la permanencia de los ecosistemas;
- f) Promover la participación de la comunidad en la formulación de políticas para la protección del medio ambiente y manejo racional de los recursos naturales; y,
- g) Garantizar el acceso de las personas naturales y jurídicas a la información previa a la toma de decisiones de la administración pública, relacionada con la protección del medio ambiente.

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, TITULO III INSTRUMENTOS DE GESTION AMBIENTAL EN SU CAPITULO II DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL AMBIENTAL en su:

Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo,

Art. 21.- Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de estos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, CAPITULO V INSTRUMENTOS DE APLICACION DE NORMAS AMBIENTALES en su:

Art. 33.- Establécense como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, TITULO VI DE LA PROTECCION DE LOS DERECHOS AMBIENTALES en su:

Art. 41.- Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, concédase acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano para denunciar la violación de las normas de medio ambiente, sin perjuicio de la acción de amparo constitucional previsto en la Constitución Política de la República.

Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente. (TULSMA)

La NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, LIBRO VI ANEXO 1, NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA y las Ordenanzas 012 y 031 R.O:26 de

05-07-99 y R.O: 74 de 10-05-00. Bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y que es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado.
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos.
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta Norma Oficial Ecuatoriana, se aplicarán los métodos establecidos en el manual “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, en su más reciente edición. Además deberán consideraran las siguientes Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):

1. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.
2. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

La Codificación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental RO Suplemento 418 del 10 de Septiembre de 2004, en sus artículos determina:

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 10.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, al flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

NORMATIVA ECUATORIANA VIGENTE

ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA

La presente norma técnica ambiental revisada y actualizada es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

1. Los principios básicos y enfoque general para el control de la contaminación del agua;
2. Las definiciones de términos importantes y competencias de los diferentes actores establecidas en la ley;
3. Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos;
4. Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
5. Permisos de descarga;
6. Los parámetros de monitoreo de las descargas a cuerpos de agua y sistemas de alcantarillado de actividades industriales o productivas, de servicios públicas o privadas;
7. Métodos y procedimientos para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos con potencial riesgo de contaminación del agua.

CRITERIOS GENERALES PARA LA DESCARGA DE EFLUENTES

PRINCIPIOS BÁSICOS PARA DESCARGA DE EFLUENTES

- 8.1.3.1.1 Los laboratorios que realicen los análisis de muestras de agua de efluentes o cuerpos receptores deberán estar acreditados por el SAE.
- 8.1.3.1.2 De acuerdo con su caracterización toda descarga puntual al sistema de alcantarillado y toda descarga puntual o no puntual a un cuerpo receptor, deberá cumplir con las disposiciones de esta Norma.

8.1.3.1.4 Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos en áreas no anegadas, se establece lo siguiente:

a) Para la aplicación de agroquímicos, se establece una franja de seguridad de 60 metros sin barreras vivas y 30 metros con barreras vivas respecto a áreas sensitivas tales como ríos, esteros y cuerpos hídricos principales, que no estén destinados para el consumo humano. Para otros cuerpos hídricos, tales como canales internos de los cultivos, se establece la siembra de plantas nativas para la protección de estas fuentes de agua. Las barreras vivas deberán ser implementadas con especies nativas aprobadas por la Autoridad Ambiental Nacional, las mismas que constituirán barreras naturales respecto a acuíferos principales, las que deberán tener 30 metros de ancho y una altura mayor a la del cultivo. Así también, se deberán respetar las zonas de protección permanente de todo cuerpo de agua,

b) La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente, requerirá la autorización del Ministerio del Ambiente, para lo cual se requiere el informe previo del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

c) Además de las disposiciones contenidas en la presente Norma, se deberá cumplir las demás de carácter legal y reglamentario sobre el tema.

8.1.3.1.5 Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.

8.1.3.1.6 Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas.

5.1.3.1.7 Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.

8.1.3.1.8 Se prohíbe todo tipo de descarga en las cabeceras de las fuentes de agua.

8.1.3.1.9 Se prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no.

8.1.3.1.10 Se prohíbe el lavado de vehículos en los cuerpos de agua, así como dentro de una franja de cien (100) metros medidos desde las orillas de todo cuerpo de agua, de vehículos de transporte terrestre y aeronaves de fumigación, así como el de aplicadores manuales y

aéreos de agroquímicos y otras sustancias tóxicas y sus envases, recipientes o empaques. Las descargas que se produzcan fuera de esta franja deberán cumplir con las normas correspondientes.

NORMAS GENERALES PARA DESCARGA DE EFLUENTES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas. Las descargas tratadas deben cumplir con los valores establecidos en la Tabla 8.

Las descargas líquidas provenientes de sistemas de potabilización de agua no deberán disponerse en sistemas de alcantarillado, a menos que exista capacidad de recepción en la planta de tratamiento de aguas residuales, ya sea en funcionamiento o proyectadas en los planes maestros o programas de control de la contaminación, en implementación. En cuyo caso se deberá contar con la autorización de la Autoridad Ambiental Nacional o la Autoridad Ambiental Competente que corresponda.

Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado sanitario, combinado o pluvial cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

- a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).
- b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.
- c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.
- d) Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, aceites minerales usados, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.
- e) Cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno y sustancias tóxicas.

La EPS podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma.

La EPS deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta Norma.

Las descargas al sistema de alcantarillado provenientes de actividades sujetas a regularización, deberán cumplir, al menos, con los valores máximos permisibles.

9. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Con el tratamiento de las aguas residuales generadas en la unidad de diálisis por parte del Hospital Quito N°1, será posible disminuir el impacto negativo introducido al sistema de alcantarillado del Distrito Metropolitano de Quito

10.METODOLOGÍA Y DISEÑO NO EXPERIMENTAL

10.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

10.1.1. Enfoque Cualitativo

Para la elaboración de la propuesta de tratamiento del manejo de aguas residuales generadas en la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1 – Policía Nacional del Ecuador, se lo realizó por medio de un enfoque cualitativo multimetódico, empleando modalidades de investigación bibliográfica-documental, analítica y descriptiva. Que permitió realizar un proceso riguroso de recolección de información, análisis e interpretación de datos.

Los datos obtenidos brindaron una serie de herramientas teórico del diagnóstico de aguas residuales, permitiendo de esta manera detectar los parámetros que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles para agua residuales de la Unidad de Diálisis, identificando el estado actual de las aguas de estudio, para proceder con la propuesta de tratamiento del manejo

de aguas residuales generadas en la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1 busca la simplicidad en recursos económicos y humanos así como la eficacia de la selección de diversos sistemas de tratamiento de aguas residuales en los centros hospitalarios de las Unidades de Diálisis, cuyo objeto es poder definir una línea de tratamiento de aguas para evitar que estas, sean descargadas directamente al sistema de alcantarillado del distrito metropolitano de Quito. Es necesario tener en consideración de las cargas contaminantes que produce el área de diálisis son muy virales, cuyos efectos son negativos tanto para la sociedad como para el medio ambiente.

10.1.2. *Investigación Bibliográfica-Documental*

Se utilizó esta investigación para recopilar información de diversas fuentes, las cuales ayudaron a la búsqueda de un mayor conocimiento del tema, así como también ayudo a la selección de un tratamiento adecuado para la minimización de contaminación por parte de los contaminantes de aguas residuales de la Unidad de Diálisis.

10.1.3. *Investigación Analítica*

Se aplicó esta investigación para definir el análisis de los resultados proporcionados por el hospital y para la determinación de los parámetros que exceden en la calidad de agua para descargas al sistema de alcantarillado.

10.1.4. *Investigación Descriptiva*

Se utilizó esta investigación para verificar si los resultados proporcionados del laboratorio de parámetros físico químicos y microbiológicos de la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1, cumple o no con los Límites Máximos Permisibles establecidos dentro de la Norma Técnica para el Control de Descargas de Aguas Residuales, vigentes dentro del territorio del Distrito Metropolitano de Quito.

10.2. Métodos y Técnicas

10.2.1. Método Analítico

Este método sirvió en la investigación de aguas residuales para observar cada uno de los parámetros tomados en cuenta para el análisis de los resultados de parámetros físico químicos y microbiológicos y determinar el grado de contaminación.

10.2.2. Método Deductivo

Este método se lo aplicó al proponer un sistema de tratamiento de aguas residuales, para mejorar la calidad del agua para descargas al alcantarillado.

10.2.3. Método Bibliográfico

Este método se lo aplicó para obtener los datos e información de los resultados de parámetros físicos químicos y microbiológicos realizados por parte del Hospital.

10.2.4. Técnicas de Observación Directa

Esta técnica permitió obtener información directa e inmediata del objeto en estudio. Se usó dentro de la descripción de los procesos de diálisis como: Saneamiento, Limpieza y Desinfección del área.

11.DISEÑO EXPERIMENTAL

11.1. Descripción del área de estudio

Figura 3. *Ubicación geográfica del Hospital Quito N°1*



Nota. Tomado de Google Maps

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

11.2. Ubicación del estudio

El Hospital Quito N°1 – es un hospital general correspondiente al segundo nivel de atención de salud que pertenece a Policía Nacional, se ubica en la provincia de Pichincha, en la parroquia urbana Belisario Quevedo

perteneciente a la Administración Zonal Eugenio Espejo del DMQ. Geográficamente está ubicada en el occidente de la zona centro norte de la ciudad de Quito, limitando al norte con la parroquia Rumipamba, al sur con la parroquia San Juan, al este con la parroquia Iñaquito y al oeste con la parroquia San Juan. (Rivera, 2017)

La ciudad de Quito se encuentra dividida en 8 administraciones zonales con el fin de administrar más eficientemente su desarrollo. El hospital está ubicado en la Administración Zonal Eugenio Espejo, parroquia Belisario Quevedo, barrio La Granja, el mismo que tiene un área del terreno de 18978,21 m². La parroquia Belisario Quevedo tiene una superficie total de 1.346,8 ha. De las cuales 682,2 ha. Se encuentran en el área urbana, siendo la cuarta parroquia más grande de la Administración Zonal Eugenio Espejo. Según el ICUS el hospital está ubicado en el barrio La Granja que tiene una superficie total de 38,09 ha. (Rivera, 2017)

11.3. Elaboración De Ficha Técnica Ambiental

Tabla 6. *Ficha Ambiental del Área Unidad de Diálisis*

Caracterización del Medio Ambiente.
Región Geográfica
Sierra
Área de construcción 14998,72 m ²
Clima
Semi húmedo
Geología, geomorfología y suelos
Ocupación actual del Área de influencia:
Zona urbana de Quito
Tipo de suelo
Pavimentado

Condiciones del drenaje
No existen estancamientos de agua, aun en épocas de lluvias
Hidrología
Fuentes
Ninguna
Precipitaciones
Lluvias en épocas invernal
Aire
Calidad de aire
No existe fuentes contaminantes que lo alteren
Recirculación del aire
Los vientos se presentan en pocas ocasiones de época invernal.
Ruido
No existen molestias.
Caracterización del medio biótico
Ecosistema
Sistema urbano
Flora
Tipo de cobertura vegetal
Sin vegetación
Importancia de la cobertura vegetal
No aplica
Usos de vegetación
No aplica
Fauna silvestre
Abastecimiento de agua
Agua potable
Evacuación de aguas servidas
Alcantarillado sanitario
Evacuación de aguas lluvias

Alcantarillado pluvial
Desechos solidos
Barrido y recolección
Relleno sanitario
Gestor autorizado
Electrificación
Red de energía eléctrica
Vialidad y accesos
Vías urbanas
Telefonía
Red domiciliaria
Actividades socio-económicas
Aprovechamiento y uso de la tierra
Comercial – industrial
Medio perceptual
Paisaje y turismo
Multicultural
Peligro de Deslizamientos
Nulo, no tiene peligro
Peligro de inundaciones
Nulo, no tiene peligro
Peligro de terremoto
Latente, la tierra tiembla ocasionalmente.

Nota. (MAAE, 2021).

11.4. Análisis exploratorio de datos

Para el análisis exploratorio de parámetros físico químicos y microbiológicos, se tomó información de la base de datos del Hospital Quito N°1, Unidad de Diálisis; los cuales presentan los cuales presenta datos de tres años (2017, 2018 y 2019). La

inexistencia de análisis de laboratorio actuales de esta unidad es debido al estado actual que enfrenta el mundo, por presencia del COVID-19, lo que hizo más limitante la realización de este proyecto de investigación.

11.4.1. Límites Máximos Permisibles del Sistema de Alcantarillado Sanitario

Para la elaboración de una propuesta en el manejo de tratamiento de las aguas residuales generadas en el tratamiento de diálisis, se realizó una comparación del agua residual muestreada con los parámetros de la norma técnica para el control de descarga de aguas residuales al alcantarillado público. Límites Máximos Permisibles de la NORMA TÉCNICA PARA EL CONTROL DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES dentro del territorio del Distrito Metropolitano de Quito. (Resolución 002-SA-2014). (Ver Anexo 1).

11.5. Diseño de trampa de grasa

Las grasas y aceites son aquellos compuestos orgánicos de origen vegetal y animal, así como también los hidrocarburos del petróleo, estos compuestos tienden a flotar ya que tienen una densidad menor a la densidad del agua, al ser inmiscibles se encuentran en la superficie y si sus volúmenes se encuentran en grandes cantidades estas grasas y aceites impiden la transferencia de oxígeno hacia el agua.

11.5.1. Parámetros de diseño para la trampa de grasa

Los parámetros de diseño recomendados para una trampa de grasa son:

- ❖ El tanque debe tener $0,25 \text{ m}^2$ de área por cada L/s.

- ❖ El diámetro de la entrada debe ser de un diámetro mínimo de \varnothing 50 mm y
- ❖ El diámetro de salida debe de ser de un diámetro mínimo de \varnothing 100 mm,
- ❖ El extremo final del tubo de entrada debe tener una sumergencia de por lo menos 150 mm. (RAS, 2000)

Además, de las distancias antes mencionadas se requiere que:

- ❖ La profundidad no deberá ser menor a 0,80 m.
- ❖ La parte inferior de la tubería deberá estar no menos de 0,075 m ni más de 0,15 m del fondo.
- ❖ La relación larga/ancho del área de la trampa de grasa deberá estar comprendido entre 2:1 a 3:2.
- ❖ La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y la salida deberá de ser no menor a 0,05 m.
- ❖ La parte superior del dispositivo de salida deberá dejar una luz libre para ventilación de no más de 0,05 m por debajo del nivel de la losa del techo.
- ❖ El espacio sobre el nivel del líquido y la parte inferior de la tapa deberá ser como mínimo 0,30 m. (OPS/CEPIS, 2003)

Los tiempos de retención hidráulicos para una trampa de grasa respecto al caudal de entrada se describen en la siguiente Tabla 6:

Tabla 7. *Tiempos de retención hidráulicos.*

Tiempo de retención (minutos)	Caudal de entrada (L/s)
3	< 10
4	10-20

5	> 20
---	------

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

11.5.2. *Cálculo de las Dimensiones de la Trampa de Grasa*

Con la ayuda de la tabla de unidades de gasto por artefacto sanitario determinaremos el caudal de diseño para nuestra trampa de grasas propuesta por Lozano Rivas.

Tabla 8. *Unidades de gasto por artefacto sanitario para el diseño de trampas de grasas*

Artefacto Sanitario	Unidades de Gasto
Lavaplatos de uso doméstico	2
Lavaplatos de uso industrial	4
Lavadero (Lavadora) o ducha de uso doméstico	3
Lavadero (Lavadora) de uso industrial	5
Otros artefactos de uso doméstico	1
Otros artefactos de uso industrial	2

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

Utilizando la tabla se reemplazó con valores de gasto y número de grifos que están conectados al sistema de tratamiento de aguas residuales, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 9. Unidades de gasto utilizados en el área de diálisis

Artefacto	[1] Cantidad	[2] Grifos	[3] Unidades de gasto	[4] Total = [1]*[2]*[3]
Lavadero (Lavadora) de uso industrial	4	3	5	60
Otros artefactos de uso industrial	4	3	2	24
Unidades Totales de Gasto				84

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

Para el cálculo del caudal de diseño se utilizó la siguiente fórmula impartida por (Rivas, 2012)

$$Q_{\text{Diseño}} = 0.3 * \sqrt{U}$$

$Q_{\text{diseño}}$ = caudal de diseño de la trampa de grasa (L/s).

U = total de grifos de los artefactos sanitarios conectados a la trampa de grasa.

Aplicando la fórmula:

$$Q_{\text{Diseño}} = 0.3 * \sqrt{84}$$

El resultado del caudal de diseño será:

$$Q_{\text{Diseño}} = 2.74 \text{ l/s}$$

Como siguiente paso se empleó la ley de Stokes para determinar la separación de la grasa, la gravedad específica de los lípidos, se requiere una retención hidráulica de 24 minutos.

Considerando un tiempo de retención hidráulica (THR) de 24 minutos, se calcula el volumen de la trampa de grasa para lo cual se utilizó la siguiente formula:

$$V = Q * TRH$$

$$V = 2.74L/seg * 60seg / 1min * 24min$$

$$V = 3945L = 3.94m^3$$

Para obtener el ancho y longitud de la trampa de grasa se obtiene mediante la siguiente formula:

$$V = Lg * An * h$$

Donde;

V = Volumen de la trampa de grasa.

Lg = Longitud.

An = Ancho.

h = Altura.

Aplicando la fórmula:

$$V = 2x * x * h$$

$$3.94 \text{ m}^3 = 2x^2 * 0.80\text{m}$$

$$\frac{3.94 \text{ m}^3}{0.80\text{m}} = 2x^2$$

$$4.93\text{m}^2 = 2x^2$$

$$\frac{4.93\text{m}^2}{2} = x^2$$

$$\sqrt{2.46} = x$$

$$1.56 \text{ m}^2 = x$$

El resultado del ancho de la trampa de grasa será de 1.56 m^2

Y la longitud será de

$$\mathbf{Lg = 2x}$$

$$Lg = 2 * 1.56 \text{ m}^2$$

$$Lg = 3.14 \text{ m}^2$$

11.5.3. *Relación entre DBO y la DQO*

Tanto la DQO como la DBO se empleó para determinar la calidad del agua o la carga contaminante de un vertido, de igual manera ayudó a direccionar una línea de tratamiento a seguir sea biológico o físico químico.

De acuerdo a la relación $\frac{DQO}{DBO_5} \leq 2$; entre DBO y la DQO si el resultado es menor o igual que 2, se direccionará hacia un tratamiento biológico.

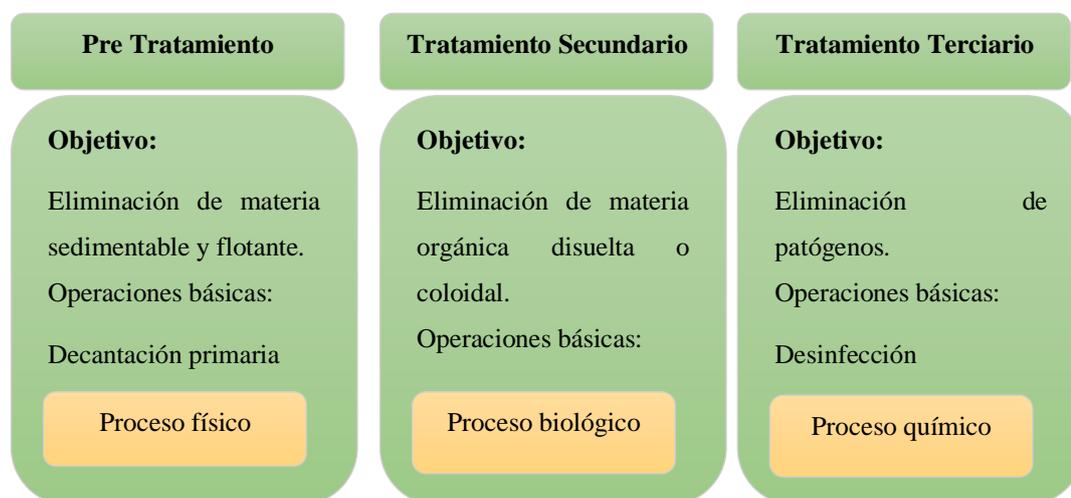
Y sí;

La relación $\frac{DQO}{DBO_5} > 2$; entre DBO y la DQO es mayor que 2, se direccionara hacia un tratamiento físico químico.

11.5.4. *Línea de tratamiento*

La línea de tratamiento de agua residual de la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1, está constituida por tres elementos de tratamiento:

Figura 4. *Línea de tratamiento de propuesta*



Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

11.5.5. Eficiencia de la línea de tratamiento para el manejo de la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1

La eficiencia de remoción de carga contaminante en un sistema de tratamiento de aguas residuales se determina por una ecuación que relaciona solo un parámetro biofísico en el influente versus el efluente.

$$\%E = \left(\frac{S_o - S}{S_o} \right) * 100$$

Donde;

%E: Eficiencia de remoción del sistema, o de uno de sus componentes (%)

S: Carga contaminante de salida (mg DQO, DBO5 o SST/l)

S_o: Carga contaminante de entrada (mg DQO, DBO5 o SST/l)

El grado de remoción de contaminantes de una planta de tratamientos de aguas residuales se describe como la reducción porcentual de parámetros de control relevantes en la normativa ambiental. Tal como: DQO, DBO5 o SST.

12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos a través de revisión bibliográfica e información brindada por parte de la Unidad de Diálisis - Hospital Quito N°1. Se compararon los parámetros físicos químicos y microbiológicos con los Límites Máximos Permisibles de la Norma Técnica para el Control de Descargas de Aguas Residuales (NT002), dentro del territorio del Distrito Metropolitano de Quito. (Resolución 002-SA-2014). (Ver Anexo 1)

Figura 5. Resultado de análisis de agua residual de unidad de diálisis

RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DE DESCARGAS LÍQUIDAS AÑOS 2017-2018-Y 2019														
PARAMETRO	UNIDAD	AÑO 2017				AÑO 2018				AÑO 2019			LMP NT002	CUMPLE
		30/01/2017	03/04/2017	27/06/2017	16/09/2017	27/02/2018	21/04/2018	30/06/2018	13/10/2018	10/03/2019	10/06/2019	14/09/2019		
Aceites y grasa	mg/l	8,4	12,6	19	4,8	2,8	6,4	11,8	12	1,2	9,4	12,4	70	SI
Color	HAZEN	100	8	19	10,0	39	14	23	12	20	12	10	-	SN
Fenoles	mg/l	0,012	0,012	0,012	0,0	0,012	0,012	0,013	0,028	0,012	0,012	0,012	0	SI
DBO ₅	mgO ₂ /l	421	232	70	116,0	308	119	198	145	181	164	210	170	NO
DQO	mgO ₂ /l	1002	309	198	98,0	727	109	619	323	357	244	225	350	NO
SAAM	mg/l	2,42	0,013	3,89	2,4	2,825	4,52	5,37	6,025	0,013	6,852	0,013	1	NO
TPH	mg/l	0,4	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0	20	SN
pH	-	5,1	7,3	7,9	8,9	8,8	10,3	10,6	9,7	10,4	8,1	7,4	6 a 9	SI
Solidos sedimentables	mg/l	1	1	1	1,0	1	1	1	1	1	1	1	20	SI
Solidos Suspendidos	mg/l	26	17	35	21,0	66	23	107	32	91	65	60	100	SI
Temperatura	°C	23,8	19,9	30,9	21,3	28	17,7	23,1	21,4	30,7	29,3	25,5	< 40	SI
Cromo	mg/l	-	-	-	-	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	1	SI
Mercurio	mg/l	-	-	-	-	0,0026	0,0116	0,0015	0,0017	0,0001	0,0006	0,0001	0	SI
Plata	mg/l	-	-	-	-	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	1	SI
Cadmio	mg/l	-	-	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	SI
Zinc	mg/l	-	-	-	-	0,15	0,09	0,09	0,11	0,09	0,16	0,09	2	SI
Cianuros	mg/l	-	-	-	-	0,006	0,006	0,006	0,006	0	0	0	1	SI

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

A partir de los resultados de los parámetros físicos químicos y microbiológicos de los años 2017, 2018 y 2019 se determinó que el parámetro que sobrepasa el límite máximo permisible contantemente (rango 350 mg/L), es el DQO cuyo valor es 1002 mg/L, excediendo con más

de 652 mg/L. Este es un proceso en el que intervienen microorganismos aerobios, es decir, que necesitan del oxígeno disuelto en el agua para producir la oxidación de la materia orgánica como inorgánica, así como la grasa formada en natas y espumas que sale del efluente de los restos de tenso activos procedente de los productos de limpieza, con los resultados el nivel de grasa está dentro de los límites máximos permisibles.

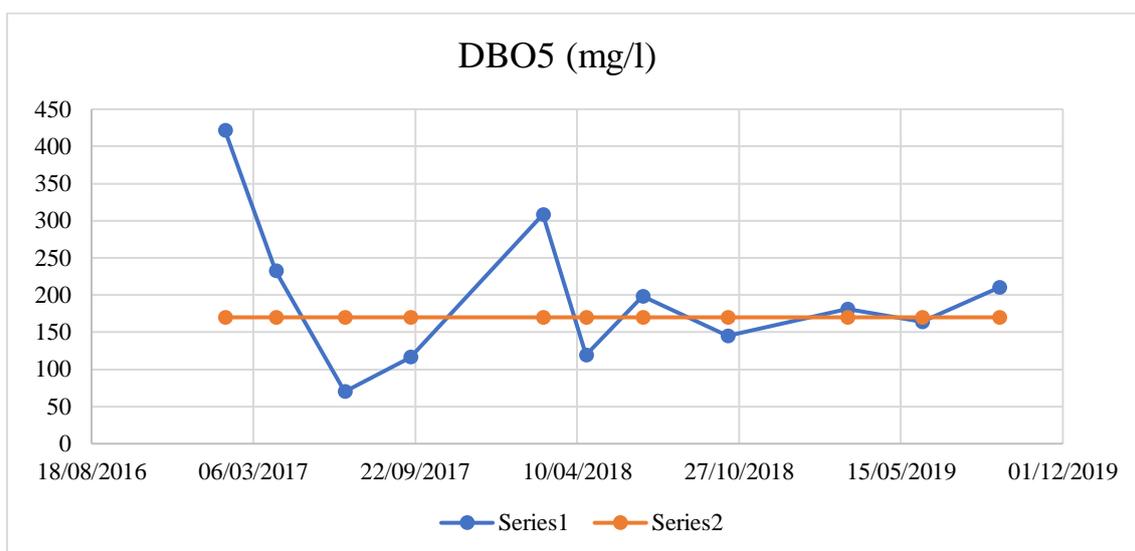
12.1. Parámetros fuera de los Límites Máximos Permisibles

12.1.1. DBO5

La DBO5 es la cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica. Cuanto mayor sea la DBO, mayor es la cantidad de materia orgánica degradable. (MVOTMA D. , 2016).

Los valores obtenidos son los siguientes:

Figura 6. Nivel de DBO5 (mg/l) en comparación de los LMP



Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

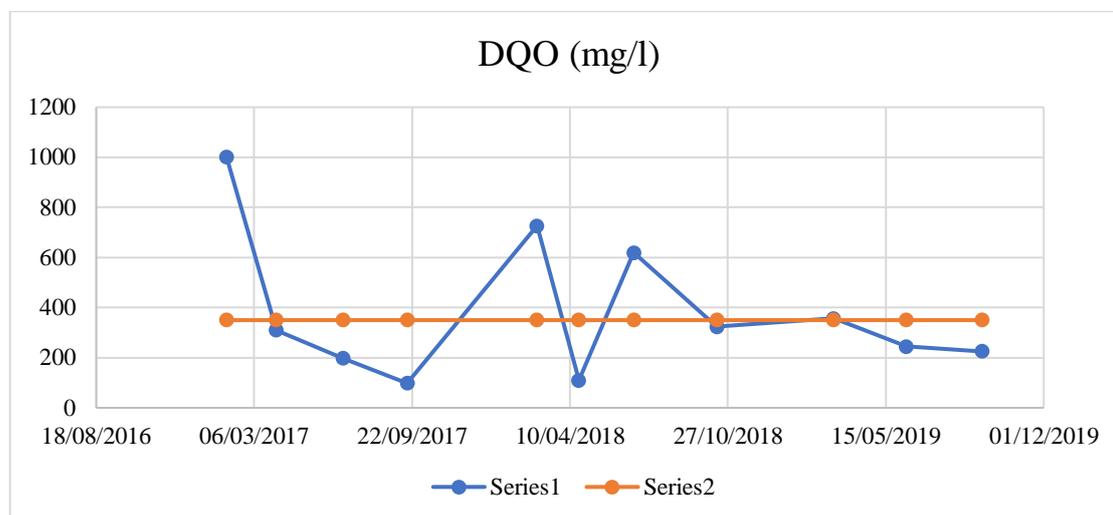
En la Ilustración 6. Según la Norma Técnica para control de descargas líquidas al sistema de alcantarillado, el rango permisible es 170 mg/l, y el resultado del análisis se puede evidenciar que en la fecha 30/01/2017 el valor que sobre pasa a los límites máximos permisibles de DBO₅ con un valor de 421 mg/l, seguido por 308 mg/l (27/02/2018) y 232 mg/l (03/04/2017). Lo cual no cumple con los límites máximos permisibles establecido dentro de la normativa ambiental.

12.1.2. DQO (mg/l)

El DQO es la necesidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para oxidar la materia orgánica presente en el agua.

Los valores obtenidos son los siguientes:

Figura 7. Nivel de DQO (mg/l) en comparación de los LMP



Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

En Ilustración 7. Según la Norma Técnica para control de descargas líquidas al sistema de alcantarillado, el rango permisible es 350 mg/l, y el resultado del análisis se puede evidenciar que en la fecha 30/01/2017 el valor de DQO sobre pasa a los

Límites Máximos Permisibles con un valor de 1002 mg/l, seguido por 757 mg/l (27/02/2018) y 619 mg/l (30/06/2018). Lo cual no cumple con la ley.

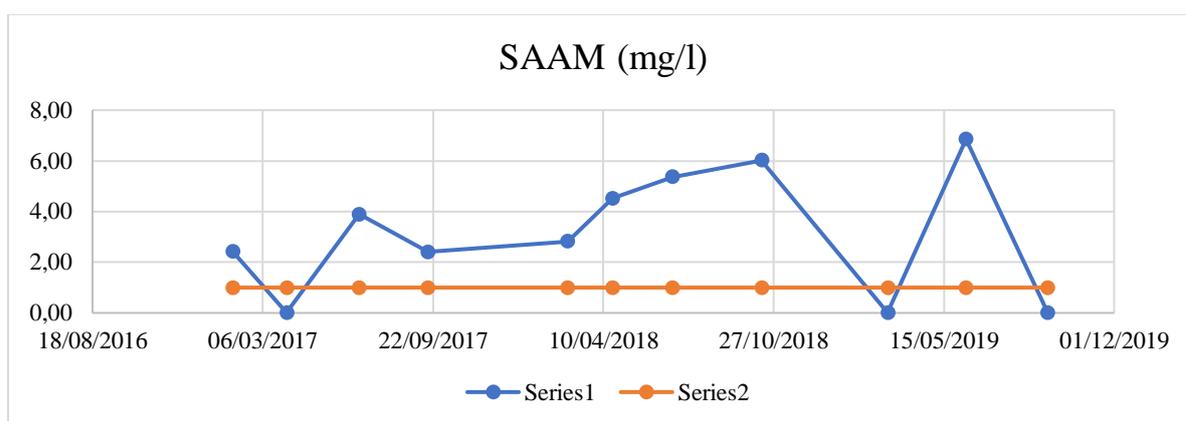
Cabe recalcar que la evolución dentro del periodo de análisis de los tres años se determinó que el DQO ha presentado altas y bajas en sus niveles en comparación del rango establecido. Este desbalance de contaminación puede ser causado a la atención de los pacientes, si existe más atención de pacientes, esto conlleva a la utilización de más químicos, para la limpieza del área, así como en la lavandería y de los pacientes como del personal a cargo

12.1.3. SAAM - Sustancias Activas al Azul de Metileno (mg/l)

Los detergentes contaminan las aguas de ríos, arroyos y lagos. No sólo son ligeramente tóxicos, sino que presentan problemas de formación de espumas y pueden interferir los procesos de floculación y coagulación y afectar a la oxigenación del agua. (Pérez, 2016)

Los valores obtenidos son los siguientes:

Figura 8. Nivel de SAAM (mg/l) en comparación de los LMP



Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

En Ilustración 8. Según la Norma Técnica para control de descargas líquidas al sistema de alcantarillado, el rango permisible es 1 mg/l, y el resultado del análisis se puede evidenciar que en la fecha 10/06/2019 el valor de SAAM sobre pasa a los límites máximos permisibles con un valor de 6,852 mg/l, seguido por 6,025 mg/l (13/10/2018) y 5,37 mg/l (30/06/2018). Lo cual no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de descarga al sistema de alcantarillado bajo la norma técnica para el control de descargas de aguas residuales dentro del territorio del Distrito Metropolitano de Quito.

Los detergentes inhiben las oxidaciones biológicas y químicas que se producen en el seno de las aguas naturales, produciendo una pronunciada contaminación al bajar los niveles de DBO; es decir, modifican uno de los factores que determinan la composición de las aguas. (Pérez, 2016)

12.1.4. Aplicación de la Relación entre DBO y la DQO

Para la aplicación de esta relación se ha tomó datos de análisis del año 2017 al año 2019, donde se realizó un promedio de todos los años.

Obteniendo como resultado:

$$\frac{DQO (382,8 \frac{mg}{l})}{DBO_5 (\frac{196,7mg}{l})} = 1,94$$

La relación entre DBO y la DQO de los años 2017, 2018 y 2019 dio como resultado menor que 2. Cuyo resultado será un enfoque de tratamiento biológico.

12.1.5. Eficiencia de la línea de tratamiento para el manejo de la unidad de diálisis del Hospital Quito N°1

Para la determinación de la eficiencia teórica de la línea de tratamiento propuesta, se tomó el valor más alto y el valor más bajo, ya que dentro de sus valores uno sobre pasa a límites máximos permisibles con 652 mg/L.

Se tomó como valor representativo a la carga contaminante de entrada al valor (1002 mg/l) del 30/01/2017 y al valor (109 mg/l) de 21/04/2018 como carga contaminante de salida.

Aplicando la fórmula:

$$\%E = \left(\frac{S_o - S}{S_o} \right) * 100$$

$$\%E = \left(\frac{1002 \frac{mg}{l} - 109 \frac{mg}{l}}{1002 \frac{mg}{l}} \right) * 100$$

$$\mathbf{EFICIENCIA = 89\%}$$

Tabla 10. Caudal m³/día 2019

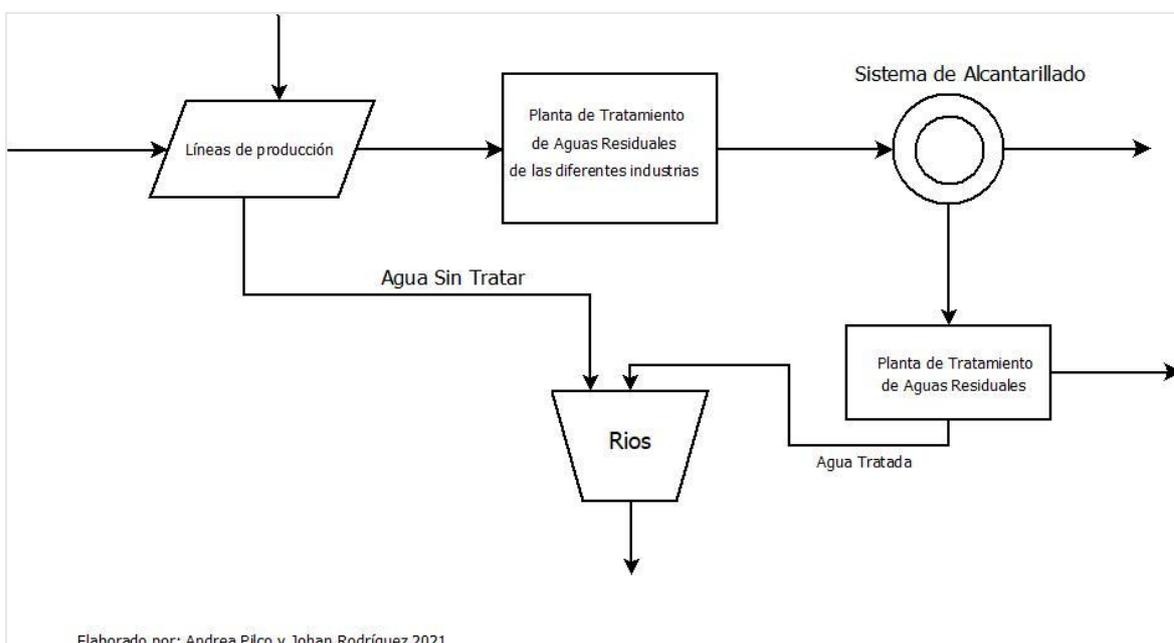
Días laborables	Caudal m³
Día	9,45
Semana	56,7
Mes	226,8
Año	2721,6

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

13.DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La descarga de aguas residuales tiene dos diferentes finales: Alcantarillas y Ríos, como se muestra en la Figura 9. Las descargas sin su respectivo tratamiento, puede causar una contaminación irreversible al recurso hídrico.

Figura 9 Destino de las Aguas Residuales Industriales



Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

El tratamiento de aguas residuales busca la eliminación de contaminantes que sobrepasan los valores Máximos Permisibles de acuerdo a las normas y estándares nacionales o internacionales. La diversidad de contaminantes que se pueden presentar en las aguas residuales, la forma de tratarlos es también muy amplia, y, por ende, las técnicas que se utilizan en estos procesos son diversas, éstas se clasifican según su operación, en convencionales y alternativas.

13.1. Comparación de Tratamientos biológicos

Dentro de los tratamientos de depuración de aguas residuales tenemos:

13.1.1. Lagunas de Estabilización

Según (Valiño, 2018) Es un proceso abierto donde el agua pasa a través de una cuenca, diseñada especialmente para tratar aguas residuales y residuos biodegradables por procesos naturales que implican bacterias y algas.

Dentro de las lagunas de estabilización, existen tres tipos diferentes:

- ❖ Lagunas facultativas: operan con una carga orgánica media., donde se produce simultáneamente fermentación ácida.
- ❖ Lagunas aeróbicas: operan cargas orgánicas bajas, poseen una mezcla adecuada para prevenir estratificación y contienen oxígeno disuelto en todo instante.
- ❖ Lagunas anaeróbicas: producen condiciones anaerobias estrictas (oxígeno disuelto ausente), funcionan como tanques sépticos abiertos y trabajan extremadamente bien en climas calientes. (Valiño, 2018)

Según (Ortega, 2017) las desventajas de estas lagunas son: terreno de tamaño considerable, las condiciones ambientales pueden afectar el funcionamiento de la planta, genera olores fétidos, contaminación de acuíferos por infiltración, en especial en lagunas construidas sobre suelos arenosos.

13.1.2. Lodos Activados

Los lodos activos constan de un tanque de aireación, un tanque sedimentador, un tanque que almacene los lodos en exceso y un sistema de recirculación de lodos.

Las desventajas para este tratamiento son: los altos costos para su construcción, problemas con el almacenamiento de lodos residuales, riesgos de taponamiento, altos costos operacionales, requiere personal capacitado y sobre todo muy baja remoción de coliformes fecales. (Tumiri, 2017)

13.1.3. Reactor de manto de lodos y flujo ascendente UASB

Según (Gandarillas, 2017).Las aguas residuales entran al reactor desde el fondo y fluyen hacia arriba. Un manto de lodo suspendido filtra y trata las aguas residuales conforme pasan a través del manto.

Los principales problemas que tiene este tipo de reactor son: puesta en marcha, ya que se ha de conseguir que se desarrollen gránulos lo más estables posibles, la incidencia negativa que tiene el que el agua residual a tratar contenga una gran cantidad de sólidos en suspensión y la deficiente mezcla en la fase líquida que se logra.

14. RESPUESTA A LA PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Con el tratamiento de las aguas residuales generadas en la Unidad de Diálisis por parte del Hospital Quito N°1, será posible disminuir el impacto negativo introducido al sistema de alcantarillado del Distrito Metropolitano de Quito?

El principio de la línea de tratamiento de las aguas residuales generadas en la Unidad de Diálisis por parte del Hospital Quito N°1, es remover los contaminantes por medios de descomposición biológica, en la cual los microorganismos utilizan una cierta concentración de componentes orgánicos. La concentración de los contenidos de contaminantes debe mantenerse bajo ciertos rangos para asegurar una calidad de agua efluente apropiado para así cumplir con los niveles establecidos para descargas al sistema de alcantarillado del Distrito Metropolitano de Quito. DATOS

Para el presente trabajo de investigación proponemos un tratamiento para las aguas residuales generadas en la Unidad Diálisis del Hospital Quito N°1 de la Policía Nacional de Ecuador basado en una trampa de grasa la cual se ubicara en una caja de desfogue de las aguas residuales con las siguientes medidas, con relación al caudal que es de $9,45 \text{ m}^3$ por día, la profundidad no deberá ser menor a 0,80 m, un biodigestor el cual ayudará a eliminar bacterias biológicas y un sistema de desinfección para la remoción de patógenos.

15. PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA UNIDAD DE DIÁLISIS DEL HOSPITAL QUITO N°1 – POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR

15.1. INTRODUCCIÓN A LA PROPUESTA

El presente propuesto de tratamiento de aguas residuales generadas en la Unidad de Diálisis del HOSPITAL QUITO N°1 – POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR, basado en una trampa de grasa, un biodigestor el cual ayudará a eliminar bacterias biológicas y un sistema de desinfección para la remoción de patógenos. Estos sistemas de tratamiento cumplen con los requerimientos para la reducción de los niveles de DBO5, DQO y SAAM, cuyos parámetros se encuentran fuera del límite máximo permisible establecido por la normativa ambiental.

15.2. OBJETIVOS

- **General**

Diseñar un sistema para el tratamiento de aguas residuales generadas en la Unidad de Diálisis del HOSPITAL QUITO N°1.

- **Específicos**
 - Identificar tratamientos de agua residual que minimice los parámetros que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles.
 - Establecer que tratamiento es conveniente para las aguas residuales generadas en la Unidad de Diálisis.

15.3. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 11. *Actividades y sistema de tareas*

Las actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos se detalla a continuación:			
Objetivos	Actividad	Resultado de actividades	Descripción de la metodología por actividad
Identificar tratamientos de agua residual que minimice los parámetros que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles.	Comparación de los límites máximos permisibles que se encuentran fuera del rango establecido. Selección de tratamientos de aguas residuales adecuados que minimicen los rango fuera de los	Propuesta de tratamiento de aguas residuales en base a cada una de las especificaciones de diseño que estas requieran.	Descripción de los tratamientos de depuración para dar solución a la problemática existente.

	límites máximos permisibles.		
Establecer que tratamiento es conveniente para las aguas residuales generadas en la unidad de diálisis.	Elección de una línea de tratamiento de aguas residuales apta para la unidad de diálisis.	Disminución de niveles de parámetros fuera de rango, así como la eliminación de agentes contaminantes al recurso hídrico.	Optimización de recursos económicos y humanos para el tratamiento de aguas residuales de la unidad de diálisis del Hospital Quito N°1.

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

15.4. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

El área de diálisis del Hospital Quito N°1 no cuenta con una planta de tratamiento de agua residual en el casco urbano, por lo tanto los vertimientos o entregas de agua residual se hacen directamente a las quebradas provenientes del sistema de alcantarillado combinado, los cuales se hacen sin ningún tipo de tratamiento, ni control al cuerpo natural, ocasionando impactos negativos sobre el medio ambiente, problemas de salud y malos olores en la población, las viviendas ubicadas en el área de vertimiento.

El presente diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales, ayudará principalmente a la población de la parroquia urbana Belisario Quevedo perteneciente a la Administración Zonal Eugenio Espejo del DMQ, ya que disminuirá la carga contaminante que es vertida directamente, haciendo que su drenaje hacia los cauces del río.

15.5. Diagnóstico

Por medio de este proyecto de investigación, se logró evidenciar la falta de interés de estudio hacia la contaminación del agua por parte de áreas hospitalarias. En la actualidad no existen referencias bibliográficas acerca del manejo de agua residual del tratamiento de diálisis.

El tratamiento de Diálisis dentro del Hospital Quito N°1, tiene residuos líquidos peligrosos, encontrándose residuos infecciosos biológicos, estos residuos debido a su composición y a su alta peligrosidad, deben ser manejados a través de un tratamiento físico químico, el cual busca eliminar la materia en suspensión. Alcanzando así los niveles estipulados dentro de la ley ambiental, proporcionando una correcta integración del agua residual con el entorno. En algunos casos las aguas residuales pueden ser tratadas en una planta de acuerdo a las características de edificación de las unidades de diálisis y consideraciones económicas.

La evaluación de los riesgos potenciales ocasionados por los contaminantes específicos analizados para la descarga al sistema de alcantarillado, el DBO₅ y DQO y SAAM son los parámetros que presentan elevación en los límites permisibles lo que se necesita un sistema para disminuir el índice microorganismos y retener la nata del agua residual. Con los análisis realizados anteriormente, se dio a conocer el caudal del efluente por día del año 2019, con estos datos se buscará una propuesta para un diseño apropiado para el manejo del agua residual. (Ver en Tabla 10)

15.6. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Dadas las limitaciones ya que esta investigación es una propuesta, se requirió que los elementos de tratamiento efectivos redujeran la carga contaminante a un mínimo costo. Por lo cual estos sistemas ayudaran en nuestro objetivo planteado.

1. Un sistema de separación por diferencia de densidades trampa de grasa como un medio de remoción del material graso de las aguas residuales, haciendo

que el agua contaminada que entra a la trampa se separe, permitiendo que al alcantarillado se descargue agua en los límites permisibles por la norma ambiental.

2. Un sistema biológico para la reducción de niveles altos de valores de demanda bioquímica y química de oxígeno.
3. Desinfección la eficiencia en remoción de patógenos.

15.7. DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRAMPA DE GRASA

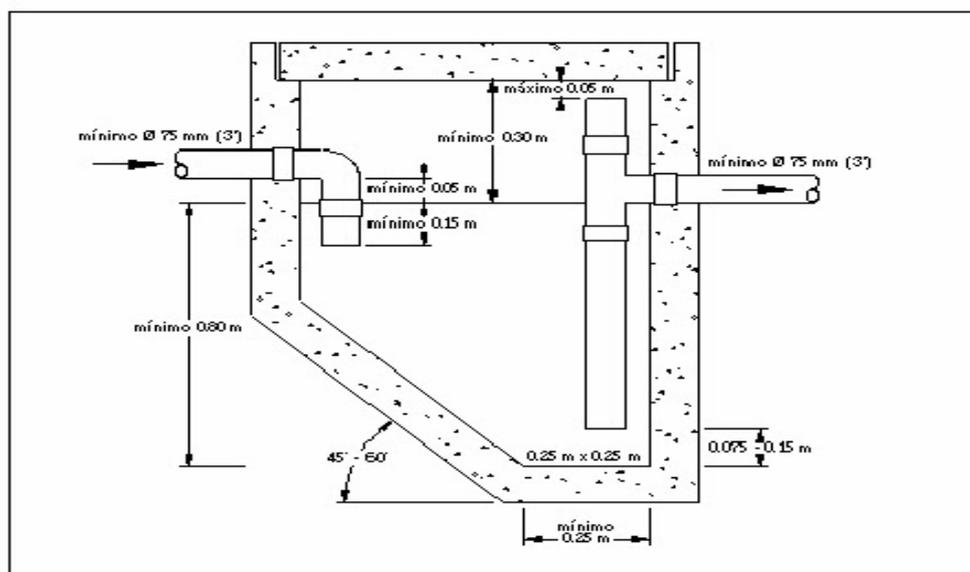
Las aguas residuales hospitalarias contienen cantidades de detergentes, aceites y grasas considerables, las que provocan grandes inconvenientes ambientales. Las trampas de grasas retardan el flujo del agua procedente de los desagües, con lo que las grasas y el agua tienen tiempo para separarse. Al separarse las grasas flotan en la superficie mientras que otros sólidos más pesados se depositan en el fondo de la trampa.

La estructura general de una trampa de grasa consta de tres separadores, la de entrada, salida y estructuras de dispersión en medio de estas dos, creando una tercera intermedia en la que la grasa queda retenida. El tiempo de retención será adecuado para que la grasa sea separada del efluente, la distancia entre la entrada y la salida será suficiente para permitir la separación. (Obaya, 2006)

Para el diseño de la trampa de grasa se tomó como información inicial a las Especificaciones Técnicas para el Diseño de Trampa de Grasa de la Organización Mundial de la Salud.

15.7.1. Características de la trampa de grasa

Figura 10. Diseño de una trampa de grasa



Nota. Tomado de UNATSABAR. (2003). Especificaciones Técnicas para el Diseño de Trampa de Grasa . Obtenido de Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/xv.pdf>

La trampa de grasa se ubicará en una caja de desfogue de las aguas residuales con las siguientes medidas, con relación al caudal que es de $9,45 \text{ m}^3$ por día, la profundidad no deberá ser menor a 0,80 m, el ingreso a la trampa de grasa se hará por medio de codo de 90° y un diámetro mínimo de 75 mm, y la salida será por medio de una T con un diámetro mínimo de 75 mm, la parte inferior del codo de entrada deberá prolongarse hasta 0,15 m por debajo del nivel de líquido.

La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y de salida debe ser no menor a 0,05 m, y dejar una luz libre para ventilación de no más de 0,05 m por debajo del nivel de la losa del techo, la trampa de grasa deberá ser de forma tronco cónica o piramidal invertida con la pared del lado de salida vertical. El ancho de ancho de la trampa de grasa de acuerdo a las unidades de gasto será de $1,56 \text{ m}^2$, así como su longitud será

de 3.14 m^2 . El área horizontal de la base será de $0,25 \times 0,25 \text{ m}$ por lado de diámetro, el lado inclinado deberá tener una pendiente entre 45° a 60° con respecto a la horizontal, con un depósito adjunto para almacenamiento la carga total que no supere los $0,8 \text{ m}^3$. (UNATSABAR, 2003). (Ver Anexo 1)

15.8. DISEÑO DE UN SISTEMA BIOLÓGICO

Las bacterias en los sistemas de tratamiento de aguas residuales eliminan la materia orgánica (disuelta como en partículas) para transformarla en crecimiento de nuevas células y en subproductos, es decir, son descomponedores primarios.

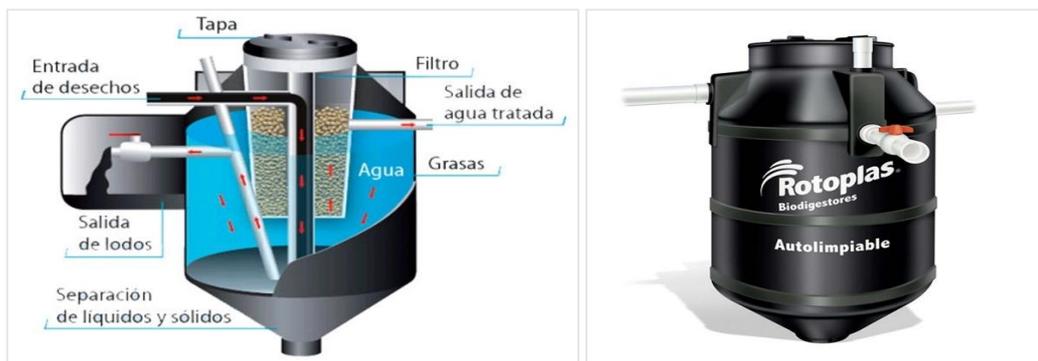
El tratamiento biológico de aguas residuales se remota a la remoción de contaminantes utilizando la actividad biológica, en ella se logrará remover en su gran mayoría sustancias orgánicas biodegradables, coloidales disueltas, del agua residual, en el proceso de conversión se presentarán gases que se escapen a la atmósfera y en la biomasa presente mediante sedimentación.

Al utilizar este producto ayudará a la trampa de grasa a eliminar la grasa, contrarrestando los olores producidos por materia orgánica, se desprende material que se encuentre incrustado en las paredes de la trampa de grasa y reduce la DBO_5 y DQO en el efluente.

Las enzimas biológicas se encargan de degradar los aceites y grasas y también la materia orgánica que se encuentre en el sistema de decantación. El objetivo es que las enzimas degraden y acorten las cadenas de la grasa para que las bacterias biológicas puedan alimentarse de ellas y eliminarlas del efluente. El residuo pasará al biodigestor. A partir del caudal $9,45 \text{ m}^3/\text{día}$ se propone un biodigestor de $2,04 \text{ m}^3$.

El residuo sólido restante, puede será llevado a un gestor calificado, según lo disponga la Unidad de Diálisis.

Figura 11. *Biodigestor Rotoplas*



Nota. Tomado de Mendoza, S. R. (2017). Biodigestor Rotoplas. Obtenido de <https://www.slideshare.net/SusanRoblesMendoza/biodigestor-rotoplas-77231990>

15.8.1. *Funcionamiento*

El agua residual entra por el tubo hasta la parte inferior del tanque, donde se agrupa el lodo orgánico que produce la digestión anaeróbica, de ahí el líquido con residuos sube y pasa al filtro donde las bacterias fijadas en las esferas Biolam permiten completar el tratamiento filtrado de efluentes, que saldrán por el tubo hacia el pozo absorbente. Los campos de infiltración y el campo de infiltración. La grasa sube a la superficie entre el filtro y el tanque y las bacterias se descomponen transformándolas en gas, líquido, lodo espeso, que desciende al fondo. La materia orgánica que sale es consumida por las bacterias fijadas en los aros de Pet del filtro y una vez tratada sale por el tubo.

15.9. *Desinfección*

La desinfección se refiere a la destrucción de organismos (bacterias, protozoos y virus) mediante la oxidación del material celular. Algunas alternativas empleadas en la desinfección incluyen desinfectantes químicos en diferente composición como el cloro. (Arboleda, 1992). El suministro de cloro puede darse en muchas formas que incluyen: gas de cloro, soluciones de hipoclorito y otros compuestos de cloro en forma líquida o sólida, su aplicación depende del medio que se desea desinfectar.

El cloro es empleado en plantas de tratamiento de aguas, pues es más sencillo de manejar, la capacidad de disolución del cloro en agua depende de la temperatura, ya que está relacionado directamente a mayor temperatura menor solubilidad. La eficiencia de remoción del cloro en microorganismos patógeno en aguas es del 100%.

16.PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA

Tabla 12. *Presupuesto de propuesta*

CONCEPTO	CANTIDA D	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Mano de obra			300
Análisis del agua residual	1	500	500
Codo PVC 1”	4	5	20
T PVC 1”	4	5	20
Tubería PVC 1”	2	5	20
Rediseño de la caja de alcantarilla	1	100	100
Sistema de tres caídas	1	250	250
Total Trampa de Grasa			1210
CONCEPTO	CANTIDA D	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Mano de obra			120
Biodigestor	1	1	1200
Uniones ¾	4	5,6	22,5

Reductores de 1 “ a 3/4	2	17,5	35
Total Biodigestor			1377,5
Concepto	CANTIDA D	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Mano de obra			120
Cloro al 10 %	1	15	15
Bomba de 1 hp	1	250	250
Tubería	1	50	50
Total Desinfección			435
TOTAL		3022,5	

Elaborado por: Andrea Pilco y Johan Rodríguez 2021

17.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

17.1. Conclusiones

Con la elaboración de esta propuesta de manejo de aguas residuales dentro de la Unidad de Diálisis del Hospital Quito N°1 se pretende minimizar los índices de contaminación ambiental y la carga contaminante que estas son vertidas directamente al sistema de alcantarillado. Así como también se busca mejora la calidad de vida de los habitantes disminuyendo las enfermedades presentadas por las aguas no tratadas y así contribuir al mejoramiento de los recursos hídricos del país.

Esta investigación tuvo limitaciones en cuanto a la recolección de información, por lo que se manejó datos de análisis de tres años (2017, 2018 y 2019), donde se evidencia tres parámetros fuera de los límites máximos permisibles establecido dentro de la Norma Técnica para control de descargas líquidas al sistema de

alcantarillado, teniendo valores el rango establecido como: DQO con valor 1002 mg/l, siendo el más alto en el año 30/01/2017, DBO₅ con un valor 421 mg/l en la fecha 30/01/2017, y las Sustancias Activas al Azul de Metileno con 6,852 mg/l, en la fecha 10/06/2019.

La relación entre DBO y la DQO de los años 2017, 2018 y 2019 pudo definir la línea de tratamiento del manejo de aguas residuales, dando como resultado un valor adimensional de 1,95 el cual es menor que 2. Direccinando así nuestra propuesta hacia una línea de tratamiento biológico.

Las plantas de tratamientos de aguas residuales, representan una gran inversión financiera, ya sea para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la planta, lo cual conlleva a que las industrias descarguen directamente hacia los ríos, infligiendo con la ley ambiental. La propuesta de tratamiento de aguas residuales generadas en la unidad de diálisis, seleccionó tres métodos de tratamiento, la que consta de una trampa de grasa cuyo ancho de acuerdo a las unidades de gasto será de 1.56 m², y con una longitud de 3.14 m². El tratamiento del biológico consta de un biodigestor autolimpiable; el cual permitirá satisfacer las limitaciones económicas y limitación de terreno para la instalación dentro de esta unidad de diálisis. La línea de tratamiento funcionara con una eficiencia del 89%, la misma que busca minimizar los impactos ambientales negativos, antes de ser dispuesta directamente en el sistema de alcantarillado del Distrito Metropolitano de Quito.

17.2. Recomendaciones

Antes de finalizar, deseamos sugerir algunas recomendaciones en base a los resultados y al aporte bibliográfico de esta investigación:

Realizar muestreos mensuales del agua residual dentro del área de diálisis, para así poder realizar una comparación de cuáles son los parámetros que dejaron o siguen cumpliendo con la normativa ambiental establecida.

Utilizar los equipos de protección personal para la manipulación de sustancias químicas ya que algunos son corrosivos y alcalinos y puedes tener efectos secundarios en la salud humana.

Extender los estudios expuestos en el presente trabajo de investigación para que se sigan realizando investigaciones sobre el tratamiento de las aguas residuales del área de diálisis de los hospitales.

Promover a los actores sociales, gobiernos autónomos cantonales y regionales, elaborar políticas de conservación para mitigar los efectos contaminantes originados por las actividades hospitalarias.

18. Bibliografía

- Agua, R. I. (2008). *Indicadores de Contaminación Fecal en Aguas*. Obtenido de http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf
- Alba, A. R. (2006). *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. Obtenido de Universidad de Alcalá del Círculo de Innovación en Tecnologías Medioambientales y Energía (CITME): https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2_Tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf
- ALLEN, M. (1996). La importancia para la salud pública de los indicadores bacterianos que se encuentran en el agua potable. *Reunión sobre la calidad del Agua Potable*. Lima : CEPIS. OPS. OMS.
- Alvariño, C. R. (2008). *Aguas residuales generadas en hospitales*. Obtenido de INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL, VOL. XXIX, No. 2: <file:///C:/Users/USER/Downloads/130-225-1-SM.pdf>
- Arias, M. (2002). *Marco Legal e Institucional de los Recursos Hídricos en el Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Registro Oficial 449.
- Asamblea Nacional. (2011). *Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria*. Quito: Registro Oficial 444. Obtenido de <https://www.seps.gob.ec/documents/20181/25522/LEY%20ORGANICA%20DE%20ECONOMIA%20POPULAR%20Y%20SOLIDARIA%20actualizada%20noviembre%202018.pdf/66b23eef-8b87-4e3a-b0ba-194c2017e69a>
- Asamblea Nacional. (2018). *Ley de Economía Popular y Solidaria*. Quito: Registro Oficial 444.
- ATSDR. (2009). *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades*. Obtenido de ¿En dónde se encuentra el arsénico?: https://www.atsdr.cdc.gov/es/csem/arsenic/en_donde_se_encuentra.html

- Azevedo, J. (2005).). Manual de Hidraulica. Sao Paulo: Edgard Blucher LTDA.
- Baca, G. (2010). *Evaluación de proyectos*. Ciudad de México: Editorial Mc Graw Hill.
- Ban Ecuador. (2019). *Microcréditos*. Obtenido de <https://www.banecuador.fin.ec/a-quien-financiara/credito-a-microempresas/>
- Banco Central. (2019). *Reporte mensual de inflación*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Notas/Inflacion/inf201907.pdf>
- Belmonte, A. (2018). *La Importancia de la “Marca”*. Obtenido de Cámara de empresarios de Sevilla. Pyme Coaching: <https://www.camaradesevilla.com/sites/webcamara/files/recursos/importancia%20de%20la%20marca.pdf>
- Belzona. (2010). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Obtenido de https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf
- Bermejo, J., & López, M. (2014). *Innovación continua en el éxito empresarial*. Madrid: Editorial UNED.
- Bustillos, D. (2018). *Propuesta de un modelo de gestión empresarial para las asociaciones de limpieza de la Economía Popular y Solidaria que son proveedoras del Estado del cantón Quito*. Quito: Universidad Simón Bolívar.
- Cabrera, L. (2016). *Diseño de una guía para un manejo integral de desechos hospitalarios en laboratorios Clínicos en Guatemala*, . Obtenido de Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Camargo, F. (2011). *Factores de éxito de las alianzas estratégicas: El caso de las empresas integradoras mexicanas*. Obtenido de Science Direct: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592311701711>
- Cárdenas, M. (2019). *Gestión del conocimiento en la percepción del consumidor de una marca colectiva*. Obtenido de UTC Prospectivas. Revista de Ciencias Administrativas y Económicas: <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Percepcci%C3%B3n%20Consumidor%20Marca%20Colectiva%20HS.pdf>

- Carreño, C. L. (2015). *BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL DE AGUAS Y AGUAS RESIDUALES*. Obtenido de <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2016/04/Biotecnolog%C3%ADa-ambiental-de-aguas-y-aguas-residuales-2da-Edici%C3%B3n.pdf>
- Castro, M. (2014). *Tratamiento de Aguas Residuales domésticas*. . Obtenido de <https://tratamientodeaguasresiduales.net/tratamie>
- CHOCHO, L. E. (Cuenca - Ecuador de 2016). Obtenido de CONOCIMIENTOS, ACTITUDES Y PRÁCTICAS SOBRE EL AUTOCUIDADO DE PACIENTES SOMETIDOS A TRATAMIENTO SUSTITUTIVO DE LA FUNCIÓN RENAL DEL CENTRO DIALI LIFE - CUENCA 2016: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25647/1/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACI%C3%93N.pdf>
- Christopherson, R. W. (1997). *Geosistemas: una introducción a la geografía física, tercera edición*. New Jersey: MasteringGeography. Obtenido de <https://www.pearson.com/us/higher-education/product/Christopherson-Geosystems-An-Introduction-to-Physical-Geography-9th-Edition/9780321926982.html>
- Crites, R. &. (2000). *Sistema de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados Tomo 1*. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A.
- Cruz, A. (2008). *Caracterización de Aguas Residuales*. Obtenido de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/514/Caract>
- Cuesta, J., Castillo, S., & Almendariz, V. (2013). *Análisis de las herramientas de gestión que utilizan las unidades productivas comunitarias en la parroquia Salinas de la provincia de Bolívar*. Obtenido de EPN Journal 32 (julio): 118-126: https://www.researchgate.net/publication/280731625_Analisis_de_las_Herramientas_de_Gestion_que_Utilizan_las_Unidades_Productivas_Comunitarias_en_la_Parroquia_Salinas_de_la_Provincia_de_Bolivar
- David, F. (2013). *Administración estratégica*. Ciudad de México: Cegal.

- De los Ríos, P. (2012). *El Empowerment Organizacional: Revisión de modelos teóricos y su aplicabilidad en la gestión empresarial. (Tesis de maestría)*. Obtenido de Universidad de Almería: http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3749/Trabajo_7042_113.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Derecho Ecuador.com. (2017). *Enciclopedia jurídica*. Obtenido de <https://www.derechoecuador.com/enciclopedia-juridica>
- Dirección de Postgrado Universidad Privada de Tacna. (2018). *Formato de evaluación de expertos*. Obtenido de Universidad Privada de Tacna: <http://postgrado.upt.edu.pe/postgrado/wp-content/uploads/2019/07/FORMATO-JUICIO-DE-EXPERTOS.pdf>
- Dobaño, R. (2019). *¿Qué es el ROA y el ROE?* Obtenido de <https://getquipu.com/blog/que-es-el-roa-y-el-roe/>
- Domenech, J. M. (1985). *Métodos estadísticos: modelo lineal de regresión*. Barcelona. Obtenido de *Métodos estadísticos: modelo lineal de regresión*.
- El Comercio. (16 de Septiembre de 2016). *Los helados de Salcedo, más de 60 años de historia*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/salcedo-tradicion-venta-helados-cotopaxi.html>
- El Comercio. (2016). *Los helados de Salcedo, más de 60 años de historia* . Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/salcedo-tradicion-venta-helados-cotopaxi.html>
- El Universo. (2015). *Más competencia en el mundo de los helados en el Ecuador*. Obtenido de Diario El Universo: <https://www.eluniverso.com/noticias/2015/11/30/nota/5271108/mas-competencia-mundo-helados>
- EMIS. (2019). *Informe del análisis económico de PROCOHESA*. EMIS.
- Focal, T. (2015). *Guía para elaborar un proyecto de investigación social*. Madrid: Editorial Paraninfo.

- Gandarillas, V. (2017). *REVISIÓN DE LAS EXPERIENCIAS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS MEDIANTE REACTORES UASB EN COCHABAMBA-BOLIVIA COMPARADAS CON LAS DE LATINOAMÉRICA, INDIA Y EUROPA*. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312017000100008
- García, R. P. (17 de 06 de 2020). *Calidad del líquido de diálisis y sus componentes: Agua y Concentrados*. Obtenido de <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-calidad-del-liquido-dialisis-sus-322>
- GEDAR, S. (2016). *Decantadores*. Obtenido de <https://www.gedar.com/residuales/decantadores.htm>
- González, F. (2011). *Desarrollo humano sustentable local*. Obtenido de Polis. Revista Iberoamericana N° 22 (abril): <http://journals.openedition.org/polis/2598>
- González, J., & Romero, Y. (2018). La innovación tecnológica en las empresas y su impacto positivo dentro del Ecuador. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*.
- González, M. I. (2012). Enfoque actual sobre la calidad microbiológica del agua de hemodiálisis. *Revista Cubana de Salud Pública*, 451-462.
- Guzman, M. (2008). *Características de las aguas residuales*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/ptaruniminuto/origen-y-caracteristicas-de-las-aguasresiduales>.
- Hall YN, L. P. (2018). Hemodiálisis. *Instituto Nacional de la Diabetes y las Enfermedades Digestivas y Renales* .
- Hayhua, J., & Rojas, M. (2016). *Identificación de factores críticos de éxito para la sostenibilidad de una asociación de pequeños productores de cacao: Asociación de productores de cacao Alto Hallaga*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Perú:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/11838/Huayhua%20Torres_Rojas%20Jaramillo_Identificaci%20c3%b3n_factores_cr%20c3%a1dicos1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Helados Pinguino. (2020). *Página Web*. Obtenido de <https://www.heladospinguino.com.ec/sobre-pinguino.html>
- Hernandez, A. M. (02 de 08 de 2007). SUBDIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA - GRUPO LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL. *SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN AGUA SECADOS A 103 – 105 °C*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia.
- INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Censo de Población y Vivienda: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- INEC. (2010). *Resultados del censo de población y vivienda*. Quito: INEC.
- INEC. (2019). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Censo de Población: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- INEN. (2000). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:2013*.
- INEN. (2010). *Modelo de gestión de las Mipymes. Norma 2537:2010*. Quito: INEN.
- Jácome, H., & Páez, J. (2014). *Desafíos para la economía social y solidaria en la región: Una mirada desde la realidad del Ecuador*. Quito: Superintendencia de Economía Popular y Solidaria.
- Katz, M., & Heere, B. (2014). *Empowerment within brand communities: Overcoming the Achilles'Heel of scale-free networks*. Obtenido de Science Direct: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1441352314000849>
- Leton, G. (2006). *Tratamientos avanzados de aguas residuales insutriales*. Madrid: Elece Industria Grafica.
- López, C. (2014). *Los factores clave de éxito*. Obtenido de Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/factores-claves-exito/>
- Lòpez, M. E. (2016). *AGUAS RESIDUALES. COMPOSICIÓN*. Obtenido de https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
- MAAE. (2021). *Ministerio del Ambiente y Agua*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/#>

- MAE. (2015). *Libro VI, Anexo I. En M. d. Ambiente, Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.* . Ecuador.
- Márquez, A. &. (2004). Descripción y evaluación del funcionamiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales en una industria avícola. *REVISTA INGENIERÍA UC*, 92-101.
- Mendoza, S. R. (2017). *Biodigestor rotoplas*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/SusanRoblesMendoza/biodigestor-rotoplas-77231990>
- Messina, M. (2015). *Factores de éxito de un emprendimiento: Un estudio exploratorio con base en Técnicas de Data Mining*. Obtenido de Tec Empresarial, Vol. 9 N° 1p31-40: <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-FactoresDeExitoDeUnEmprendimiento-5053601.pdf>
- Metcalf-Eddy. (1977). *Tratamiento y depuración de aguas residuales*. Barcelona: Labor S.A. Obtenido de http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne25/L25b753_Nitrato_aguas_superficiales_subterranas_cuenca_rio_Oja.pdf
- MIJARES, G. R. (1978). *Tratamiento de aguas residuales*. Caracas, Pichincha, Ecuador: Vega.
- MVOTMA. (2012). *División Calidad Ambiental- Departamento de Seguimiento de Componentes Ambientales. La información proviene de los Programas de Monitoreo de Calidad de Agua de los ríos*. Obtenido de Concentración de Fósforo Total (PT): https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/on-concentracion-de-fosforo-total/
- MVOTMA, D. (2016). *División Laboratorio Ambiental. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*. https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/oan-demanda-bioquimica-de-oxigeno/. Obtenido de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5): https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/oan-demanda-bioquimica-de-oxigeno/
- Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso agua, LIBRO VI ANEXO 1, TABLA 4 Límite Máximo Permisible para la calidad de agua de uso pecuario, Organización para la agricultura y Alimentos para las Naciones Unidas

- FAO. (10 de Mayo de 2000). *FAO*. Obtenido de FAO: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>
- NORMA TÉCNICA PARA CONTROL DE DESCARGAS LÍQUIDAS (NT002)*. (s.f.). Obtenido de <http://greensafe.com.ec/normasTecnicas/7.-NT002%20Control%20de%20descargas%201%C3%ADquidas.pdf>
- Obaya, Y. L. (1 de enero de 2006). *La digestión anaerobia y los reactores UASB. Generalidades*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223121549002.pdf>
- OPS/CEPIS. (2003). *Especificaciones Técnicas para el Diseño de Trampa de Grasa*. Lima.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2016). *Las marcas colectivas*. Obtenido de https://www.wipo.int/sme/es/ip_business/collective_marks/collective_marks.htm
- Ortega, G. (2017). *Lagunas de Estabilización*. Obtenido de <https://www.domosaguf/a.com/blog/lagunas-estabilizacion>
- Pacheco, A. (2013). *Plan estratégico para mejorar el posicionamiento del mercado de la Asociación de Productores y Comercializadores de Helados de Salcedo PROCOHESA*. Ambato: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Paz, M. M. (2004). *Aguas residuales de un Centro Hospitalario de Buenos Aires, Argentina: Características químicas, biológicas y toxicológicas*. Hig. Sanid. Ambient.,
- Pérez, G. A. (2016). *Problemática Ambiental Sustancias Activas al Azul de Metileno - Grasas y Aceites*. Cuenca.
- pH, F. I. (2019). Obtenido de Folleto Informativo 3.1.4.0: https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3140sp.pdf
- Raffino, M. (2018). *Concepto de Personal Jurídica*. Obtenido de Concepto de.: <https://concepto.de/persona-juridica/>
- Ramallo, R. (1993). *Tratamiento de aguas residuales*. Barcelona, España: REVERTÉ S.A.
- RAS. (2000). *Página E.iREGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO*. En *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. BOGOTÁ D.C: Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico.

- Real Academia Española. (2005). *Diccionario prehispánico de dudas*. Obtenido de <http://lema.rae.es/dpd/srv/search?key=empoderar>
- Rigola, M. (1990). *Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales*. Barcelona, España: MARCOMBO, S.A.
- Rius, M. (2014). *El placer del helado*. Obtenido de Vanguardia: <https://www.lavanguardia.com/estilos-de-vida/20140801/54412570590/el-placer-del-helado.html>
- Rivas, W. A. (2012). *FUNDAMENTOS DE DISEÑO DE PLANTAS DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES*. BOGOTÁ D.C., COLOMBIA.
- Rivera, G. (noviembre de 2017). *BORRADOR DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, CIERRE Y ABANDONO HOSPITAL QUITO No. 1 DE LA POLICIA NACIONAL*. Obtenido de <http://www.greensafe.com.ec/estudio/BorradorEsIAExpostHospitalQuitoN1.pdf>
- Rojas, R. (2002). *Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*. Lima Peru: CEPIS/OPS-OMS.
- Romero, A. R. (2008). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Colombia: Escuela de Ingenieros.
- Romero, R., Noriega, S., Escobar, C., & Ávila, V. (2009). *Factores críticos de éxito: Una estrategia de competitividad*. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-FactoresCriticosDeExito-3238572.pdf>
- Ruiz, E. (2015). *La Economía Social y Solidaria como modelo de desarrollo emergente en el Ecuador*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Salinerito. (2019). *La Asociación*. Obtenido de <http://www.salinerito.com/>
- Sánchez, J. (2016). *Marketing: estrategias de marca*. Tecsim .
- SENPLADES. (2013). *Inversión en tecnología*. Quito: SENPLADES.
- SNET. (2000). *Servicio Nacional de Estudios Territoriales*. Obtenido de <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>
- Superintendencia de Economía Popular y Solidaria. (2019). *Conoce que es la Economía Popular y Solidaria (EPS)*. Obtenido de <https://www.seps.gob.ec/noticia?conoce-la-eps>

- Superintendencia de Economía Poular y Solidaria. (2015). *Estudios sobre Economía Popular y Solidaria*. Obtenido de <http://www.seps.gob.ec/interna-npe?1401>.
- Talaya, Á., & Romero, C. (2013). *Dirección comercial*. Madrid: Editorial Hesci.
- TULSMA. (2015). LIBRO VI ANEXO 1. En *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA* (págs. 286-336).
- Tumiri, J. F. (junio de 2017). *Lodos Activados*. Obtenido de <http://natzone.org/index.php/areas-de-investigacion/contaminacion-y-tratamiento/item/86-que-son-los-lodos-activados>
- Ulloa, R. (17 de febrero de 2018). *Tratamiento y Reuso de AGUAS RESIDUALES*. Obtenido de file:///C:/Users/USER/Downloads/153.pdf
- UNATSABAR. (2003). *ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE TRAMPA DE GRASA*. Obtenido de Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/xv.pdf>
- UNESCO. (2017). *AGUAS RESIDUALES EL RECURSO DESAPROVECHADO*. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1__15.247647s.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1__15.247647s.pdf)
- Vaca, M. (2013). *Las marcas colectivas como alternativa a las denominaciones de origen en el Ecuador en el año 2012*. Quito: Universidad Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Valiño, P. L. (09 de 2018). *Círculo de Innovación en Tecnologías Medioambientales y Energía (CITME)*. (U. d. Alcála, Ed.) Obtenido de https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2_Tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf
- Vásconez, A. (2012). *Regímenes de bienestar y debate sobre política social en Ecuador*. Obtenido de Flasco: <http://www.flascoandes.edu.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=328>.
- Velilla, J. (2010). *Brandign. Tendencia y retos en la comunicación de marca*. Barcelona: Editorial UOC.

- Velilla, J. (2010). *Branding. Tendencias y retos en la comunicación de marca*. Barcelona: Editorial UOC.
- Villegas, J., & Escalante, J. (2016). *Gerencia de marca*. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Xicará, M. (2014). *Participación y empoderamiento en las políticas de desarrollo local: "Estudio comparado de las formas de participación ciudadana de las comunidades indígenas de Guatemala (2002-2012)"*. Obtenido de Universitat Autònoma de Barcelona:
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/285163/mdcxm1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

16. Anexos

Anexo 1. Límites Máximos Permisibles de la Norma Técnica para control de descargas líquidas de la Resolución 002-SA-2014. Tabla 7.

Tabla 13. Tabla A1. Límites Máximos Permisibles Por Cuerpo Receptor

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			Alcantarillado	Cauce de agua
Aceites y grasas	A y G	mg/l	70	30
Explosivos e inflamables	Sustancias	mg/l	Cero	
Alquil Mercurio		mg/l	No detectable	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1	0,1
Bario	Ba	mg/l		2,0
Boro	B	mg/l		2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02	0,02
Cianuro Total	CN ⁻	mg/l	1,0	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l		1000
Cobre	Cu	mg/l	1,0	1,0
Cobalto Total	Co	mg/l	0,5	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 MI		Remoción > al 99,9%
Color real	Color real	Unidades Pt- Co		*Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2	0,2
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5	0,5
Demanda Bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	170	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	350	160
Dicloroetileno	Expresada como Dicloroetileno	mg/l	1,0	
Estaño	Sn	mg/l		5,0

Fluoruros	F	mg/l		5,0
Fósforo Total	P	mg/l	15	10
Hierro	Fe	mg/l	25	10
Hidrocarburos Totales	TPH	mg/l	20	10
Materia flotante	Visible	-	Ausencia	Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	10,0	2,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l		30
Nitrógeno Total	N	mg/l	60,0	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados Totales	mg/l	0,05	0,05
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5	0,2
Potencial de hidrógeno***	pH	---	6-9	6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5	0,1
Sulfuros	S	mg/l	1,0	0,5
Sólidos Suspendidos	SS	mg/l	100	80
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	120	100
Sólidos Totales	ST	mg/l	1200	1200
Sólidos Sedimentables	SSE	ml / l	20,0	
Sulfatos	SO ²⁻	mg/l	400	1000
Temperatura	-	°C	< 40	Condición natural +/- 3
Tensoactivos	Substancias activas al azul de metileno	mg/l	1	0,5
Turbidez	-	NTU		**
Zinc	Zn	mg/l	2,0	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbon	mg/l	1,0	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0	

Fuente: (MAE, 2015) Acuerdo Ministerial No 097-A. Anexo 1 (tabla No 8 y No 9).

Las descargas que van al sistema de alcantarillado que realiza una actividad, debe cumplir, con los valores establecidos. Toda descarga de aguas residuales proveniente de actividades de gestión de residuos, deberá ser vertida al receptor cumpliendo los valores máximos permisibles estipulados en la Tabla A1



INFORME DE ANALISIS DE AGUAS

ANALISIS SOLICITADO POR :	CORPORACION QUIMELIA C.A.		
EMPRESA (LUGAR MONITOREO):	HOSPITAL POLICIA NACIONAL QUITO No 1		
FECHA DE INGRESO DE LA MUESTRA :	2018/09/17		
FECHA DE SALIDA DE LA MUESTRA :	2018/09/25		
PERIODO DE ANALISIS:	2018/09/17	A	2018/09/25
TIPO DE MUESTRA:	COMPUESTA		
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA	AGUA RESIDUAL CLARA CON PRESENCIA DE ESPUMA		
MUESTREADO POR :	LABIOTEC TECNICO RAUL NOBGA		
LUBICACION :	VERTEDERO DESCARGA FINAL LAVANDERIA		



* Parametros No Acreditado por el SAE
 ** Verificar fecha del muestreo aprobado

INFORME N°: A19-371-01

No	PARAMETROS	EXPRESADO COMO:	METODO DE ANALISIS	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	RESULTADO OBTENIDO	UNIDADES	INCERTIDUMBRE K=2	CRITERIO DE ACEPTACION ¹
1	ACEITES Y GRASAS	SOLUBILES EN HEXANO	S.M. Ed. 22-2012, 6520 B PTA-12	(1)/ 70	<20	mg/l	+/- 14.3%	CUMPLE
2	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	DBO	S.M. Ed. 22-2012, 6510 B PTA-04	(1)/ 170	135	mg/l	+/- 18%	CUMPLE
3	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	DOO	S.M. Ed. 22-2012, 6520 B PTA-03	(1)/ 350	264	mg/l	+/- 12%	CUMPLE
4	POTENCIAL HIDROGENO	pH	S.M. Ed. 22-2012, 4600 H+ PTA-01	(1)/ 6 A 9	7.3	un pH	+/- 0.2UN	CUMPLE
5	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SST	S.M. Ed. 22-2012, 2040 D PTA-08	(1)/ 120	99	mg/l	+/- 18%	CUMPLE
6	TENSIOACTIVOS	MBAS	S.M. Ed. 22-2012, 5540 C PTA-11	(1)/ 1	<0.14	mg/l	+/- 17.1%	CUMPLE

- 1 Ensayo subcontratado al laboratorio acreditado por SAE, certificado No. OAC LE2C 05-005
- 2 Criterios de aceptación no son objeto de acreditación por el SAE.

REF: LMP:

- (1) *Decreto del Consejo de Ministros No. 139, 1998, Tercer Para Control De Descargas Líquidas (TTC20) Anexo 1, Tabla A1 Límites Máximos Permisibles para Descarga Alcantarales*

Este certificado ambiental no afecta a los resultados de los análisis de aguas residuales.
 Los resultados de los análisis concuerdan totalmente a la muestra sometida a análisis.
 La validez de este certificado depende de la correcta toma de muestra por el laboratorio.

Lilian Ochoa
 Dra. Lilian Ochoa
 COORDINADORA TECNICA AGUAS
 LABIOTEC

CONDICIONES AMBIENT: 18.3 A 20.2
 23 A 41

Dirección: De las Gardenias E12-81 y de las Magnolias, El Inca, Quito, Ecuador
 Teléfono: 2449988/ 0984252025/ 0987954377. E-mail: labiotec 2013@hotmail.com

CONTROL Y CARACTERIZACION AMBIENTAL DE EMISIONES Y EFLUENTES INDUSTRIALES

TOMA DE MUESTRAS

CADENA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS.

CLIENTEZAS SOCIAL: Geimelia C.A.

PERSONA DE CONTACTO: Ernesto deya

EMPRESA DE TOMA DE MUESTRA: Hospites Babaco Nacional Guato N°1

PRINCIPAL ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: Hospital

DIRECCION DE TOMA DE MUESTRA: Mariana de Jesus Sta y Occidentales

FECHA TOMA MUESTRA: 2018/07/11

RUC: 1791403950001

CORREO ELECTRONICO: elena@guimelia.com

TELEFONO: 2263723 12409227

ESTADO DE
REV. 02
2018-05-20
IMP. 1.00 1

CODIGO INTERNO: A19-371

METODO INTERNO TOTAL DE MUESTRA	PTUJIS
	CLIENTE

NORMATIVA DE REFERENCIA:

N° DE MUESTRA	IDENTIFICACION PUERTO DE TOMA DE MUESTRA		TIPO DE MUESTRA	TIPO DE TRATAMIENTO	DAS DE TRATAMIENTO	TIPO DE HORAS DE TRATAMIENTO	CURSO RECEP	DATOS IN SITU		COMPOSICION DE MUESTRA	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA		PREPARACION Y TEMPERATURA DE MUESTRA
	Identificación del Punto de Muestreo	Coordenadas (UTM)						Temperatura (°C)	PH (pH)		Temperatura (°C)	Temperatura (°C)	
1	<u>Vivero de agua</u>	<u>277683</u>	<u>G1</u>	<u>G1</u>	<u>7</u>	<u>7:30</u>	<u>A</u>	<u>4.5</u>	<u>7.4</u>	<u>200</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>
	<u>de agua</u>	<u>947472</u>	<u>G2</u>	<u>G2</u>	<u>7</u>	<u>7:30</u>	<u>A</u>	<u>4.5</u>	<u>7.4</u>	<u>200</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>
			<u>G3</u>	<u>G3</u>	<u>7</u>	<u>7:30</u>	<u>A</u>	<u>4.5</u>	<u>7.4</u>	<u>200</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>
			<u>G4</u>	<u>G4</u>	<u>7</u>	<u>7:30</u>	<u>A</u>	<u>4.5</u>	<u>7.4</u>	<u>200</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>
	<u>Hospites</u>							<u>4.5</u>	<u>7.4</u>	<u>200</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>
	<u>Compartido</u>							<u>4.5</u>	<u>7.4</u>	<u>200</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>

USUARIOS: _____

RESPONSABLE POR EL PUERTO:

Nombre: Ernesto deya

Apellido: deya

Cargo: Gerente

RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:

Nombre: Ernesto deya

Cargo: Gerente

RESPONSABLE DE AUTORIZAR MUESTRA:

Nombre: Ernesto deya

Cargo: Gerente

RESPONSABLE DE LA LABORATORIO MUESTRA:

Nombre: Ernesto deya

Cargo: Gerente



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 45616
ORDEN DE TRABAJO No. 57274

SOLICITADO POR:	HOSPITAL QUITO N°1 DE LA POLICIA NACIONAL		
DIRECCION DEL CLIENTE:	AVENIDA MARIANA DE JESUS S/N Y AVENIDA OCCIDENTAL		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCION:	AGUA RESIDUAL		
FECHA DE RECEPCION:	07/11/2017	HORA DE RECEPCION:	15H30
FECHA DE ANALISIS:	DEL 12/10/2017 AL 22/10/2017		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	11/12/2017		
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERISTICA:	TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALON
CONDICIONES AMBIENTALES			
HUMEDAD RELATIVA %:	46,7	TEMPERATURA AMBIENTE °C:	21,5
VELOCIDAD DEL VIENTO m/s:	0,7	DIRECCION DEL VIENTO:	SURESTE
PRESION ATMOSFERICA mm Hg:	541	COBERTURA DE NUBES:	POCO NUBLADO
UBICACION GEOGRAFICA UTM:	17M0777694	UBICACION GEOGRAFICA UTM:	9979763
MUESTREO POR:	Q. PABLO SAAVEDRA		
FECHA DE MUESTREO:	12/10/2017	HORA:	10H45
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la factura.		

RESULTADOS					
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LMP DMQ ¹	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/L	<0,02	0,02	MAM-04 / APHA 3111 B MODIFICADO	-
* CAUDAL DE DESCARGA	L/s	0,600	-	SEGUN CONDICIONES DEL SISTEMA AFORO VOLUMETRICO	-
CINC	mg/L	<0,10	2,0	MAM-36 / APHA 3111 B MODIFICADO	-
COLOR	HAZEN	51	-	MAM-76 / METODO RAPIDO MERCK	7,00
CROMO TOTAL	mg/L	<0,04	-	MAM-11 / APHA 3111 B MODIFICADO	-
DBO5	mgO2/L	96	170,0	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	4,00
DQO	mgO2/L	280	350,0	MAM-23A / MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO	2,00



Acreditación N° OAE LE 10 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE¹



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL

RAM-4.1.04



Dirección: Francisco Viteri s/ a y Gilberto Gatto Sobral Teléfonos: 2503-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Teléfax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratorioosp@hotmail.com



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: PILCO CEDEÑO ANDREA MISHELL** y **RODRÍGUEZ PALLO JOHAN ALEXANDER**, cuyo título versa **“PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA UNIDAD DE DIÁLISIS DEL HOSPITAL QUITO N°1 – POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumplen con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 11 de marzo del 2021

Atentamente,

M.Sc. ERIKA CECILIA BORJA SALAZAR
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
0502161094

1803027935 Firmado digitalmente
por 1803027935
VICTOR HUGO VICTOR HUGO
ROMERO ROMERO GARCIA
GARCIA Fecha: 2021.04.19
16:04:39 -03'00'