



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Proceso de oxidación fotocatalítica mediante Dióxido de Titanio (TiO_2) y luz Ultravioleta (UV) para el tratamiento del agua residual de la lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño, San Borja - 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Antony Jhon Tolentino Castillo

ASESOR:

Dr. Elmer Benites Alfaro

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ.

2017 - II

PAGINA DEL JURADO

MIEMBROS DEL JURADO

Ing. Suarez Alvites Haydee, MSc.

Presidente

Ing. Verónica Tello Mendivil, Mg.

Secretario

Ing. Elmer Benites Alfaro, Dr.

Vocal

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querida familia, por el apoyo incondicional que me brindaron; porque sin ellos no hubiera sido posible conseguirlo, ya que son el motivo que me impulsa a seguir adelante y seguir cumpliendo con mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que con su apoyo aportaron a la realización de este trabajo.

Además, quiero expresar mi agradecimiento a mi asesor el Ing. Elmer Benites y a los miembros de la Gestora peruana de Hospitales, por sus orientaciones en la elaboración de este trabajo. Asimismo, Instituto Nacional de Salud del Niño y a las autoridades directivas por facilitarme tomar las muestras de aguas residuales necesarias de la Lavandería.

Finalmente, a la Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de realizarme como profesional.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Antony Jhon Tolentino Castillo con DNI N.º 47496725, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en esta tesis son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 07 de diciembre del 2017

Antony J. Tolentino Castillo

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Dando cumplimiento a las normas de elaboración del Reglamento y Elaboración y Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería, sección de Pregrado de la Universidad “César Vallejo”, para elaborar la Tesis y obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental presento el trabajo de investigación denominado: “Proceso de oxidación fotocatalítica mediante TiO_2 y luz UV para el tratamiento del agua residual de la lavandería del Instituto Nacional de salud del Niño, San Borja 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental.

El autor

INDICE

PAGINA DEL JURADO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN.....	VI
INDICE	VII
INDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XIII
ABSTRAC.....	XIV
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática	2
1.2. Trabajos previos.....	3
1.2.1. Trabajos Internacionales	3
1.2.2. Trabajos Nacionales.....	7
1.3. Teorías relacionado al tema.....	8
1.3.1. Estándares de Calidad de Ambiental para Agua.....	8
1.3.2. Valores máximos permisibles.....	8
1.3.3. Oxidación fotocatalítico	10
1.3.4. Proceso de oxidación avanzada (poa)	11
1.3.5. Plan Operativo Anual (POA).....	11
1.3.6. Peróxido de hidrogeno	11
1.3.7. Fotocatálisis TiO ₂ /UV	12
1.3.8. Cloro activo	12
1.3.9. Prendas hospitalarias.....	12
1.3.10. Porcentaje de humedad en prendas hospitalarias	12
1.3.11. Prendas de paciente	13
1.3.12. Ropa contaminada	13
1.3.13. Ropa del quirófano	13
1.3.14. Peróxido de Hidrogeno.....	13
1.3.15. Catalasa	13
1.3.16. Reactores.....	13

1.3.17. Reactores dispersos.....	14
1.3.18. Reactor de lecho fijo.....	14
1.3.19. Reactor de lecho fluidizado	15
1.4. Formulación del problema.....	16
1.4.1. Problema General	16
1.4.2. Problemas Específicos	16
1.5. Justificación del estudio	17
1.6. Hipótesis	19
1.6.1. Hipótesis general:.....	19
1.6.2. Hipótesis específicas:.....	19
1.7. Objetivos	20
1.7.1. Objetivo general:	20
1.7.2. Objetivos específicos:	20
II. METODO.....	22
2.1. Diseño de investigación	22
2.2. Variables, operacionalización.....	22
2.3. Operacionalización de variables:	23
2.4. Población y muestra.....	23
2.4.1. Población.....	23
2.4.2. Muestra	25
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	25
2.5.1. Técnicas.....	25
2.5.2. Instrumentos.....	25
2.5.3. Método: Diagrama de flujo de las etapas del proceso.....	26
2.5.4. Descripción del proceso	26
2.5.5. Validación y confiabilidad del instrumento	29
2.5.6. Confiabilidad.....	29
2.6. Métodos de análisis de datos	30
2.7. Aspectos éticos	30
III. RESULTADOS.....	32
3.1. Resultados de análisis del agua residual	32
3.2. Análisis.....	34
3.2.1. Ensayo 1 sin presencia de H ₂ O ₂	34
3.2.2. Ensayo 2 con presencia de H ₂ O ₂	36

3.2.3.	Ensayo 3 sin presencia de H ₂ O ₂	38
3.2.4.	Ensayo 4 con presencia de H ₂ O ₂	40
3.2.5.	Ensayo 5 sin presencia de H ₂ O ₂	42
3.2.6.	Ensayo 6 con presencia de H ₂ O ₂	44
3.3.	Resultados de concentración de H ₂ O ₂	46
3.4.	Resultado de cargas biológicas	47
3.5.	Resultados de las cargas químicas.....	49
3.6.	Resultados de la concentración del catalizador TiO ₂	51
3.7.	Resultados del Tiempo de degradación	54
IV.	DISCUSIÓN.....	58
V.	CONCLUSIÓN	61
VI.	RECOMENDACIÓN	63
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	65
VIII.	ANEXOS	68
8.1.	ANEXO 1: Datos generales del INSN-SB	68
8.2.	ANEXO 2: Matriz de consistencia	69
8.3.	ANEXO 3: Resultados de análisis pre-tratamiento (19-05-2017)	72
8.4.	ANEXO 4: Resultados de análisis post-tratamiento (20-09-2017)	75
8.5.	ANEXO 5: Resultados de análisis post-tratamiento (16-10-2017)	78
8.6.	ANEXO 6: Resultados de análisis post-tratamiento (19-10-2017)	81
8.7.	ANEXO 7: Fotografías.....	84
IX.	INSTRUMENTOS	87
	Ficha de seguimiento para ensayos 20-09-2017	92
	Ficha de seguimiento para ensayos 16-10-2017	93
	Ficha de seguimiento para ensayos 19-10-2017	94
	Ficha de resultados de ensayos experimentales 20-09-2017.....	95
	Ficha de resultados de ensayos experimentales 16-10-2017.....	99
	Ficha de resultados de ensayos experimentales 19-10-2017.....	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consumo de agua en cada rutina	23
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	24
Tabla 3. Caso de estudio.....	33
Tabla 4. Resultados de ensayos 1	34
Tabla 5. Resultados de ensayos 2	36
Tabla 6. Resultados de ensayos 3	38
Tabla 7. Resultados de ensayos 4	40
Tabla 8. Resultados de ensayos 5	42
Tabla 9. Resultados de ensayos 6	44
Tabla 10. Resultados de pre – post tratamiento.....	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Reactor disperso de tratamiento	14
Figura 2. Reactor de lecho fijo.....	14
Figura 3. Reactor de lecho fluidizado	15
Figura 4. Etapas del proceso.....	27
Figura 5. Efecto DQO ensayo 1	35
Figura 6 Efecto pH ensayo 1	35
Figura 7. Efecto DQO ensayo 2	37
Figura 8. Efecto pH ensayo 2.....	37
Figura 9. Efecto DQO ensayo 3	39
Figura 10. Efecto pH ensayo 3.....	39
Figura 11. Efecto DQO ensayo 4	41
Figura 12. Efecto pH ensayo 4.....	41
Figura 13. Efecto DQO ensayo 5	43
Figura 14. Efecto pH ensayo 5.....	43
Figura 15. Efecto DQO ensayo 6	45
Figura 16. Efecto pH ensayo 6.....	45
Figura 17. Tensoactivos	46
Figura 18. Viabilidad del tensoactivo.....	47
<i>Figura 19. cargas biológicas.....</i>	<i>47</i>
Figura 20. viabilidad de la carga biológica.....	48
Figura 21. cargas químicas	49
Figura 22. viabilidad de la carga química	50
Figura 23. Degradación DQO vs TiO ₂ sin H ₂ O ₂	51
Figura 24. Degradación DQO vs TiO ₂ con H ₂ O ₂	51
Figura 25. Degradación DQO vs TiO ₂ sin H ₂ O ₂	52
Figura 26. Degradación DQO vs TiO ₂ con H ₂ O ₂	52
Figura 27 . Degradación DQO vs TiO ₂ sin H ₂ O ₂	53
Figura 28. Degradación DQO vs TiO ₂ con H ₂ O ₂	53
Figura 29. Degradación DQO vs tiempo sin H ₂ O ₂	54
Figura 30. Degradación DQO vs tiempo con H ₂ O ₂	54
Figura 31. Degradación DQO vs tiempo sin H ₂ O ₂	55

Figura 32. Degradación DQO vs tiempo con H ₂ O ₂	55
Figura 33. Degradación DQO vs tiempo sin H ₂ O ₂	56
Figura 34. Degradación DQO vs tiempo con H ₂ O ₂	56

RESUMEN

Existe un problema de contaminación ambiental en torno a los efluentes en aguas residuales de establecimientos de salud. En la investigación se presenta el resultado del tratamiento de este tipo de aguas vertidas por la lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño – San Borja, Haciendo uso de esta tecnología de Oxidación Fotocatalítica con TiO_2 y Luz UV. Logrando buscar a través de esta tecnología disminuir las concentraciones de contaminantes presentes en este tipo de agua residual que van directamente a la red de alcantarillado ya que por sus características son altamente biocontaminados. Los resultados de esta investigación fueron proyectados al diseño experimental, evaluando la concentración del TiO_2 , Tiempo de recirculación, pH, DQO, DBO y tensoactivos, demostrando según los datos recogidos que se logró una máxima eficiencia de DQO sin la presencia de H_2O_2 del 34.21% y una degradación máxima con presencia de H_2O_2 del 35.27%.

Palabras claves: aguas residuales, Oxidación Fotocatalítica, Proceso de oxidación avanzada, Tratamiento, Fotocatálisis.

ABSTRAC

There is a problem of environmental pollution around effluents in wastewater from health facilities. The investigation presents the result of the treatment of this type of water poured by the laundry of the National Institute of Health of the child – San Borja, making use of this technology of photocatalytic oxidation with TiO_2 and UV light. Through this technology, it is possible to reduce the concentrations of pollutants present in this type of wastewater that go directly to the sewage network, because of their characteristics they are highly biocontaminated. The results of this research were projected to the experimental design, evaluating the concentration of TiO_2 , Recirculation Time, pH, COD, BOD and surfactants, showing according to the data collected that a maximum degradation of COD was achieved without the presence of H_2O_2 of 34.21 % and a maximum degradation with presence of H_2O_2 of 35.27%.

Key words: Wastewater, photocatalytic oxidation, advanced oxidation process, treatment, photocatalysis.

I INTRODUCCION

I. INTRODUCCIÓN

El elevado volumen de consumo de agua de uso nacional, la baja degradabilidad de insumos químicos, la potencial bioconcentración de agentes biológicos patógenos dentro un hospital y la toxicidad de los detergentes empleados en la industria de la Lavandería ha sido de motivación para la búsqueda de técnicas de tratamientos de oxidación avanzadas que permiten mineralizar los agentes tensoactivos de los detergentes empleados en esta industria a sustancias con menor contaminantes.

El Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja es un centro de prestación de servicios especializados quirúrgicos que brinda atención a pacientes en fase de convalecencia ya sea por quemaduras, cáncer, TBC entre otras. Convirtiéndolo en un centro de potencial peligro en cualquier fase de su generación de residuos, del cual este proyecto se centra es en la generación de las aguas residuales provenientes de su Lavandería ya que es el punto crítico por el cual pasan todas las prendas intrahospitalarias para ser lavadas, y sus aguas residuales son tiradas a las redes de desagüe sin ningún tipo de tratamiento.

El proyecto comprende determinar el proceso de oxidación fotocatalítica mediante TiO_2 y luz UV para tratamiento de agua residual de la lavandería dentro Instituto Nacional de Salud del Niño, San Borja. Para determinar que existe una elevada carga de agentes contaminantes y parámetros que sobrepasan los estándares de calidad del agua residual, se tomaron muestras de agua para ser enviadas a un laboratorio certificado por la INACAL, posteriormente así comprobar si las concentraciones realmente sobre pasan los Estándares de Calidad de agua y proceder con el proyecto de investigación y su desarrollo.

Los resultados obtenidos inicialmente muestran valores de DQO 232 mg/L, DBO 745 mg/L, SST 512 mg/L, Aceites y Grasas 323 mg/L, pH 12, Temperatura de 42 °C y tensoactivos de 18.87 mg/L. la misma que se

muestra satisfactoriamente, observándose que el agua residual de la Lavandería enviada al laboratorio sobrepasan los valores máximos permisibles de la calidad del agua, sin embargo se realizaron 3 ensayos y 3 análisis en diferentes tiempos de trabajo del Instituto Nacional del Niño, haciendo coincidir los mismos parámetros mencionados anteriormente, una vez pasado el agua residual por el tratamiento de Oxidación Fotocatalítica, se obtuvieron como resultados favorables a la disminución de cada parámetro y el porcentaje de eficiencia máxima de un 35.27% de la DQO.

1.1. Realidad Problemática

Actualmente cuando hablamos de contaminación del agua nos referimos a la disposición de los residuos líquidos que van al alcantarillado sin ningún tipo de tratamiento previo además de la gama de compuestos, que van desde materia orgánica, nutrientes y químicos generados.

El Instituto de Salud del niño de San Borja presenta problemas por contaminación de sus aguas residuales generadas por el área de lavandería creada hace 6 años. De esta manera con el crecimiento de atenciones médicas quirúrgicas especializadas para niños y/o adolescente en los últimos años, y el crecimiento del lavado de las prendas biocontaminados intrahospitalarias ha ido en aumento tras los últimos 2 años generando un consumo de agua diaria de hasta 15 000 litros (15 m³) por cada rutina de lavado. (**PLAN OPERATIVO ANUAL – POA, INSN-SB 2016**)

El Instituto Nacional del Niño de San Borja, cuenta con el departamento de Lavado de ropa intrahospitalaria, siendo esta un riesgo para la salud de forma física y biológica de los operadores y de la contaminación de la calidad del agua. (**ESSALUD 2014**).

Todo esto se debe a un crecimiento desordenado en los sectores de servicios generales de la lavandería y otros dentro de los hospitales, que son constituidos de manera formal e informal en el país y la falta de supervisión por parte de los entes fiscalizadores.

Es entonces en el proceso de lavado y enjuague el cual se centra esta investigación, ya que es en esta fase donde se generan grandes cantidades de residuos líquidos biocontaminados siendo estas descargas las de mayores significancias como: DQO 232mg/l, DBO 745 mg/l, aceites y grasas 323 mg/l, pH 12, Temperatura 42 °C y tensoactivos 18.87 mg/l. Estos residuos adicionales contienen pelusas con rasgos de sangre, telas con presencia de restos de quimioterapias u otro, nitrógeno amoniacal, colorantes, etc. Debido a estos efluentes generados en la fase del lavado y enjuague de ropa hospitalaria es donde se concentran elevadas cargas de agua residual contaminada, así como la presencia sólidos suspendidos que son destinados a las redes de alcantarillado del Instituto Nacional de Salud del niño de San Borja.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Trabajos Internacionales

ALARCÓN, R., (2014), en la investigación sobre el "Tratamiento de Aguas Residuales provenientes de la fase de teñido de la curtiembre mediante un sistema físico - químico basado en la oxidación avanzada con la ayuda del semiconductor TiO₂ en presencia de la luz UV" cuyo objetivo principal fue dar solución a las aguas residuales contaminadas con colorantes T. extra, empleada en la manufactura de las curtiembres. Durante la investigación fue importante determinar la fase de los procesos de teñido y lavado de las curtiembres. Se evaluó la medición de diversos parámetros de entre ellos el tipo de calidad del agua de la provincia de Tungurahua. Se obtuvo como resultado la existencia de colorante Trupocor T Extra en las redes de desagües de la zona. Esta investigación demostró que la ciudad de Tungurahua, superaban a los entandares de calidad agua y del mismo

modo demostró una remoción del colorante a escala laboratorio de un promedio de 78 % con ausencia de luz UV y de un 89.75% con presencia de luz UV del colorante Trupocor T Extra de las aguas residuales.

GIL, P., (2005), en la investigación sobre la "Oxidación fotocatalítica de aguas residuales de la industria de lavandería utilizando TiO₂ como catalizador y luz UV" teniendo como objetivo de comenzar a efectuar un estudio con efluentes líquidos generados en los procesos de lavanderías con muestras reales y no elaboradas de manera sintética, generando el uso de nuevas tecnologías. Durante la investigación se tomó muestra a las concentraciones del catalizador, pH y tiempo de recirculación. Demostrando un logro en la degradación máxima sin H₂O₂ del 26,49% y con adición de H₂O₂ del 41,8%.

GUARIN y MERA, (2011), en la investigación "Fotocatálisis heterogénea con TiO₂ para el Tratamiento de desechos líquidos con presencia del indicador verde Bromocresol" cuya finalidad fue degradar mediante un catalizador de TiO₂ el Bromocresol generados por los laboratorios de análisis químicos y ambientales que generalmente eran producidos por las universidades. El estudio se realizó durante 4 meses empleando con ello un reactor modelo Batch con radiación UV artificial sobre una longitud de onda de 360 nm. Los resultados a nivel laboratorio fueron óptimos obteniendo consigo una degradación de casi el 94,3% y una mineralización de 89,5%, lo cual menciona que este tratamiento puede ser empleado a nivel industrial que tenga presencia del indicador Bromocresol.

GARCÉS, HERNÁNDEZ y SALAZAR, (2014), en la investigación sobre la "Degradación de aguas residuales de la industria textil por medio de fotocatalisis" cuyo objetivo fue evaluar la degradación de un colorante de la industria textil con dióxido de titanio. Realizaron ensayos con 5 tubos de vidrio y láminas de aluminio para permitir la reflectancia de la luz UV. El estudio se realizó en el laboratorio de la Universidad de México la cual duro 3 meses obteniendo como resultados que las mejores concentraciones de TiO₂ eran de 100mg/L y 2 % de peróxido de hidrógeno obteniendo así una

degradación del 98% del colorante rojo recoltive, además de obtener buenos porcentajes de cristalización.

J.C. SÁNCHEZ, (2014), en la investigación sobre el "Diseño de un sistema de tratamiento del agua residual de la lavandería Splendid-Riobamba" mejoro el sistema en el proceso de lavado de ropa de la empresa SPLENDID de la ciudad de Riobamba – Ecuador. Durante esta investigación se realizaron pruebas de reconocimiento, determinando el estado físico y el caudal de agua gastada por Kg de ropa lavada de 21 m³/d. Dicha investigación consistía en recoger muestras cada 6 horas durante un mes. Implementando de esta manera un sistema de tratamiento con un canal de mallas, sedimentadores y un tanque floculador, del cual se empleó como catalizador el policloruro de aluminio llegando a realizar la disminución de la DBO₅ hasta 248.35 mg/L, de tal manera que el agua ya tratada puede llegar ser destinada a las redes de alcantarillado.

C. SIRTORI, (2010), en la investigación sobre la "Evaluación analítica de procesos de transformación biológica, fotoquímica y fotocatalítica de fármacos en agua" la justificación para la presente investigación es determinar el proceso de foto degradación de algunos contaminantes como: flumequina, trimetoprim y ácido nalidixico, a través de procesos de oxidación avanzada (fotocatálisis con TiO₂ y foto-fenton) de distintos tipos de aguas residuales generadas. Determinando que los fármacos sufren a través de sus procesos algunas transformaciones si estos llegan hacer sometidos directamente a la radiación solar y a través del TiO₂ degradando los fármacos seleccionados con una efectividad de un 95% de tratamiento.

Deza, Osorio y Manrique Fajardo, (2017), en la investigación sobre "Evaluación experimental de la degradación fotocatalítica del colorante Cibacron Navy H-2G empleando nanopartículas industriales de TiO₂", donde la degradación fotocatalítica se evaluó en función a la masa del fotocatalizador, desde 0.1 gr. hasta 1.0 gr.; a la concentración del colorante desde 20 ppm hasta 100 ppm; y a pH desde 2 hasta 10. El tiempo de degradación fotocatalítica del colorante se monitoreo con

espectrofotometría UV-Visible. Los mejores resultados del proceso se obtuvieron con una masa de 0.6 gr de nanopartículas de TiO_2 , concentración de colorante de 20 ppm y aun pH de 4.

E. Morán, (2016), en la investigación “Proceso de ozonación fotocatalítica para eliminar contaminantes emergentes de aguas residuales urbanas”, demuestra en sus resultados que, al añadir los catalizadores de hierro, se deduce que los mismos inhiben ligeramente la degradación de los compuestos. Sin embargo, en cuanto a la eliminación de materia orgánica medida tanto como carbono orgánico total (COT) y como demanda química de oxígeno (DQO), se alcanzan mayores conversiones en el proceso de ozonación fotocatalítica homogénea con Fe (III), en los que se elimina hasta el 81% de COT y 88% de DQO, que en el proceso de ozonación simple, en el que al final del tratamiento se elimina únicamente el 23% y 29% de COT y DQO, respectivamente.

R. Solís R, (2016), en la investigación “Oxidación fotocatalítica de herbicidas en agua mediante radiación de baja energía. Aplicación de catalizadores, ozono y promotores peroxídicos”, la presente investigación sobre la oxidación de herbicidas en agua, basada en procesos fotocatalíticos heterogéneos con radiación UVA que combinan el uso de catalizadores, ozono o monopersulfato. La primera parte se centra en el estudio del proceso de fotocatalisis y ozonación fotocatalítica aplicando titania comercial, Degussa P25, así como titania dopada con nitrógeno (N-TiO_2) y sin dopar, sintetizadas en el laboratorio. En la segunda parte se desarrolla el uso de monopersulfato combinado, o no, con el proceso de fotocatalisis o catálisis heterogénea; aplicando dióxido de titanio comercial, perovskita de lantano y cobalto (LaCoO), o perovskita de lantano y cobalto acoplada a dióxido de titanio ($\text{LaCoO}_3\text{-TiO}_2$). En los diferentes sistemas considerados se han evaluado la capacidad de oxidación mediante estudios cinéticos de degradación del herbicida, su mineralización, así como el seguimiento de los posibles productos intermedios y finales formados, analizando las posibles variables relativas al proceso. También se incluyen estudios sobre la evolución de la toxicidad y fitotoxicidad en el

proceso de oxidación. Las propiedades de los catalizadores sintetizados se han analizado mediante diversas técnicas de caracterización de sólidos y superficies.

1.2.2. Trabajos Nacionales

QUIROA, M., (2012), Realizo una investigación en la universidad Nacional Del Callao, Perú para el grado de ingeniero industrial y de sistemas, que llevo por título: “Estudio de las sustancias inorgánicas más usadas en la industria textil y la importancia de su conocimiento en los ingenieros industriales” cuyo objetivo fue dar a conocer cuáles son las sustancias colorantes más usadas en las industrias y que tengan la misma producción optima que los colorantes azoicos que generan dificultades en los procesos de degradación con un POA, llegando a determinar que la gran cantidad de sustancias usadas en la industria textil e industria del lavado son:

- Ácido sulfúrico
- Peróxido de hidrogeno
- Sulfato de sodio
- Cromo
- Clorito de sodio
- Cloruro de Zinc

Siendo estas todas degradables con tratamientos de oxidación avanzada.

L. VISITACIÓN, (2004), en el desarrollo de la investigación sobre la “Degradación fotocatalítica de detergentes en efluentes domésticos”, en la presente investigación se emplearon agentes tensoactivos comerciales usados en la actualidad, tales como: (dodecibencensulfonato de sodio), de tal manera que se emplearon muestras reales de lavanderías domésticas y de lavandería tipo industrial. El sistema utilizado para degradar los tensos activos fue mediante la aplicación de TiO_2 como catalizador mediante rayos X.

Los resultados para la investigación fueron óptimos ya que se tuvieron avances con la disminución del color, los valores de DQO, concentraciones de iones sulfatos y la disminución de la toxicidad del efluente líquido residual, de los cuales son parámetros ya permisibles para ser desechados en los alcantarillados.

E. TUESYA Y A. GUTARRA, (2004), en el desarrollo de la investigación sobre las "Aplicaciones electrocromicas y fotocatalítica del dióxido de titanio" la presente investigación revisa las propiedades del proceso fotocatalítica del TiO_2 , sustentando fundamentos de los fenómenos y la importancia del catalizador de TiO_2 , para la degradación de alcoholes, plaguicidas y soluciones acuosas de colorantes textiles. Donde su comportamiento electroquímico de la interface solido-liquido o sólido-gas, fundamentan claramente los mecanismos de la estructura de banda del TiO_2 . Mediante los resultados obtenidos para esta investigación se tuvo como conclusión que este tipo de proceso fotocatalítico, es una tecnología que pone en evidencia la gran variedad de contaminantes que este sistema de tratamiento puede llegar a tratar a las aguas residuales.

1.3. Teorías relacionado al tema

1.3.1. Estándares de Calidad de Ambiental para Agua

Es el nivel máximo de agentes biológicos, químicos y físicos que se debe presentar en el agua residual, de lo contrario afecta a gran escala contaminando los desagües y aumentando los riesgos a la salud humana. El ECA refiere a los valores de la calidad del agua continua equivalente permisible a los residuos líquidos generados y eliminados. (Decreto Supremo N° 015-20015-MINAM).

1.3.2. Valores máximos permisibles

Son los valores de descargas para aguas residuales no domésticos de un sistema de alcantarillado sanitario. "D.S. N° 021-2009-VIVIENDA".

ANEXO N° 01			
VMA			
PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	A y G	100

Fuente: D.S. N° 021-2009-VIVIENDA.

ANEXO N°02			
VALORES MAXIMOS ADMISIBLES			
PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	0.5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0.2
Cianuro	mg/L	CN	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr ⁺⁶	0.5
Cromo Total	mg/L	Cr	10

ANEXO N°02 VALORES MAXIMOS ADMISIBLES			
PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Manganeso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0.02
Níquel	mg/L	Ni	4
Plomo	mg/L	Pb	0.5
Sulfatos	mg/L	SO ₄ ⁻²	500
Sulfuros	mg/L	S ⁻²	5
Zinc	mg/L	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	NH ⁺⁴	80
pH (2)		pH	6-9
Sólidos Sedimentales (2)	ML/L/h	s.s.	8.5
Temperatura	°C	T	<35

Fuente: D.S. N° 021-2009-VIVIENDA.

1.3.3. Oxidación fotocatalítico

Consiste en unificar la radiación UV y el catalizador que formaran radicales hidroxilos de los contaminantes que generan la destrucción o degradación de los contaminantes orgánicos presentes en el efluente.

Este proceso de degradación ocurrirá en la superficie de la partícula, este método no tiene regla general de aplicación ya que se volverá diferente para cada proceso y contaminante. (J. Blanco, S. Malato y C. Estrada, 2014).

1.3.4. Proceso de oxidación avanzada (poa)

El POA es una de las tecnologías que en la actualidad se está abriendo paso, para realizar estudios en los tratamientos de aguas residuales industriales, esperando que en un futuro este tipo de procesos sea una de las soluciones más sustentables en el tratamiento de aguas contaminadas de industrias manufactureras.

Este tratamiento indica la formación de radicales hidroxilos (OH°) las cuales van a ser reactivos ya que estos se encuentran con un elevado potencial de oxidación ($E^\circ=2.8\text{V}$). Debido a esto que los Procesos de Oxidación Avanzada se han convertido en procesos efectivos en la oxidación de compuestos orgánicos.

Muchas de las ventajas de estos POA es que se puede llevar a cabo la máxima mineralización de los compuestos orgánicos llegando e incluso a oxidar compuestos inorgánicos hasta CO_2 e iones cloruros y nitratos. (Fundación de Chile – CONAMA, 2013).

1.3.5. Plan Operativo Anual (POA)

Es un documento institucional formal, elaborado por parte de aquellos responsables que dirigen una actividad dentro de la entidad constituyente para así plantear objetivos anuales dentro de un alcance contractual. (INSN-SB, 2016).

1.3.6. Peróxido de hidrogeno

También es conocido como agua oxigenada y tiene características de un líquido polar, el H_2O_2 es empleado actualmente en las industrias de la lavandería, en actividades de desinfección, tratamientos y otros.

De esta manera el H_2O_2 en el sector industrial suele tener concentraciones al 30%, manteniendo de esta manera su diferencia con el agua oxigenada de empleo de doméstico.

1.3.7. Fotocatálisis TiO₂/UV

En este proceso, la luz ultravioleta genera en la extensión del catalizador una banda de valencia y una banda de conducción. Para que esto llegue a ser más eficaz el tiempo de vida del par formado entre ion positivo (+) y un electrón (-). Deberá ser lo suficiente para iniciar el proceso de oxidación de la molécula orgánica.

Este tratamiento combina la fotoquímica con la fotocatálisis. Entre la luz y el catalizador para de esta manera acelerar una reacción química, donde la fotocatálisis emplea un semiconductor de los tantos existentes como: Al₂O₃, ZnO, Fe₂O₃ y TiO₂. Sin embargo, el más comercialmente empleado es el TiO₂ debido a que presenta mayor actividad fotocatalítica, siendo este no toxico y el más estable en solución acuosa. (E. Mejía Franco, 2015).

1.3.8. Cloro activo

Sustancia química de solución acuosa y reacción alcalina que es empleada para la utilización de las limpiezas y desinfección general. (Organización Mundial de la Salud – OMS, 2015)

1.3.9. Prendas hospitalarias

Es toda aquella ropería de diversos colores y modelos necesarios para el buen servicio del paciente hospitalizado (sábanas, batas, colchas, pijama, ropa quirúrgica, pañales, fundas de almohadas, cobertores de incubadoras, etc.). (Manual de Ropa Hospitalaria – Es Salud, 2014).

1.3.10. Porcentaje de humedad en prendas hospitalarias

Luego de haber terminado su proceso de lavado específicamente el centrifugado final de acuerdo con las RPM (revoluciones por minuto del tambor del equipo) deberá estar entre el 40-45% de acuerdo con recomendaciones del fabricante del equipo. (Plan Operativo Anual – POA, 2017).

1.3.11. Prendas de paciente

Es aquella prenda utilizada por el paciente como pijama, toallas, pañales, chaquetas y batas. (Manual de Ropa Hospitalaria – Es Salud, 2014).

1.3.12. Ropa contaminada

Son aquellas prendas hospitalarias, planas, quirúrgicas y delicadas que han sido utilizadas en los diferentes servicios por pacientes y/o personal del INSN-SB y tengan sustancias corporales y/o procedentes de pacientes con enfermedades infecciosas (incluye ropa procedente del área de emergencias, aun sin fluidos corporales visibles). (Manual de Ropa Hospitalaria – Es Salud, 2014).

1.3.13. Ropa del quirófano

Son aquellas prendas necesarias para la intervención quirúrgica de pacientes y vestimenta médica, enfermeras y asistentes. (Manual de Ropa Hospitalaria – Es Salud, 2014).

1.3.14. Peróxido de Hidrogeno

Compuesto químico con característica de un líquido altamente polar, usado como blanqueador de vestimentas, se descompone lentamente en oxígeno y agua con liberación de gran cantidad de calor. (A. Solé Cabanes, 2014)

1.3.15. Catalasa

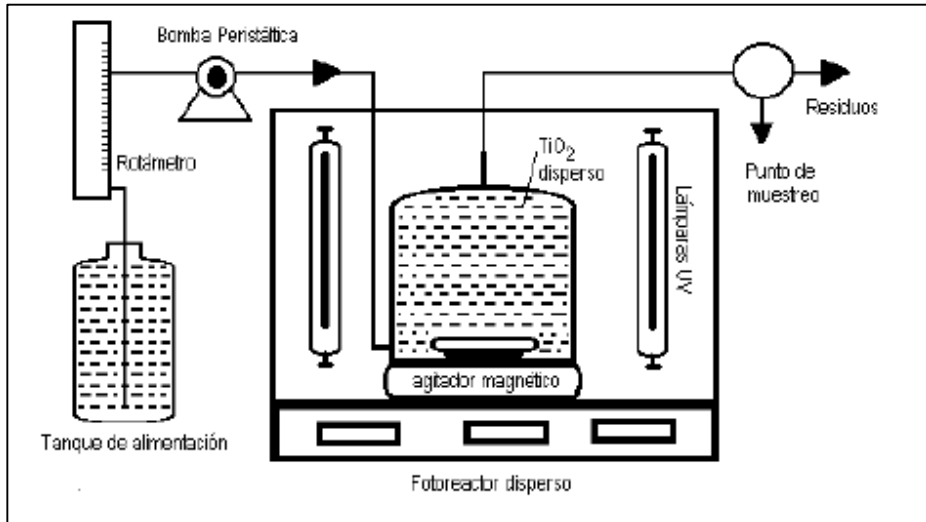
Es una enzima que se utiliza para la corrupción del peróxido, en oxígeno y agua. Como es el caso de todos fermentos aplicadas en procesos de ennoblecimientos textiles. (H. Pérez Espinoza, 2015).

1.3.16. Reactores

Son clasificados en tres tipos diferentes:

1.3.17. Reactores dispersos

Es un tipo de reactor más eficiente para el proceso de degradación, ya que la superficie completa actúa directamente con el compuesto orgánico que llegara a degradarse. Siendo el problema del sistema la pérdida del catalizador ya que no se puede separar con facilidad utilizando filtros y eso hace que el catalizador no se pueda volver a reutilizar. (V. Lizardo, 2004).

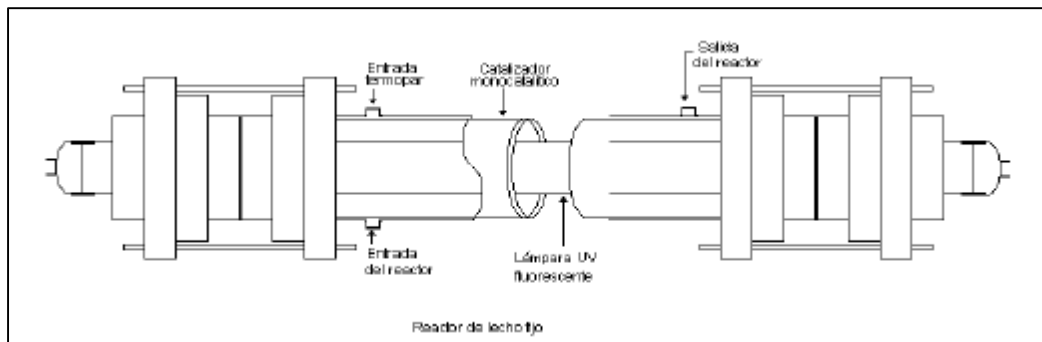


Fuente: Lizardo, degradación fotocatalítica, 2004

Figura 1 Reactor disperso de tratamiento

1.3.18. Reactor de lecho fijo

Este tipo de reactor tiene una eficiencia 10 veces menos al disperso, debido generalmente a que este no está al 100% expuesto a la claridad de la luz, no permitiendo una buena alineación del par h^+ y e^- , siendo la ventaja de esta la recuperación del catalizador que se encuentra fijo en un soporte dentro del reactor. (V. Lizardo, 2004)



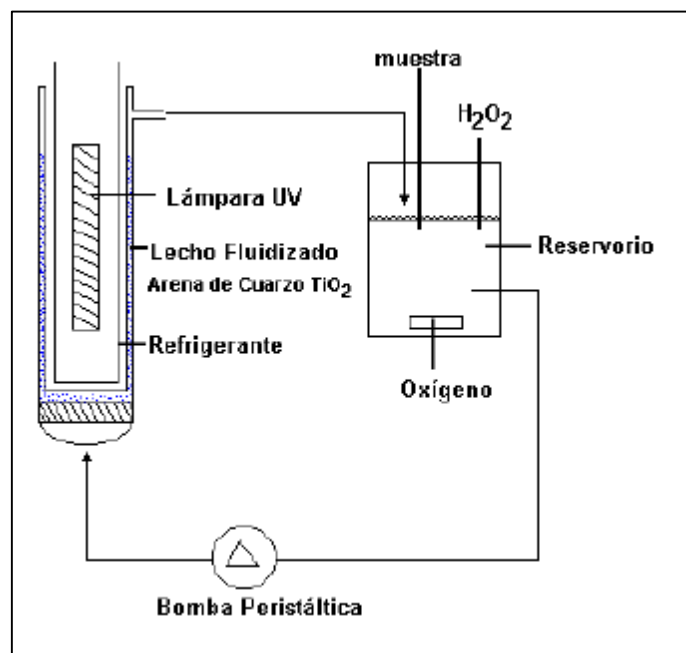
Fuente: Lizardo, degradación fotocatalítica, 2004

Figura 2. Reactor de lecho fijo

1.3.19. Reactor de lecho fluidizado

Este sistema fue escogido para realizar el proyecto de investigación, ya que siendo su ventaja principal es la combinación del sistema disperso y lecho fijo. Para este sistema el impulsor es adherido a un soporte insoluble y de mayor densidad.

Por lo que al pasar la solución por el reactor estimula que el soporte y el impulsor se eleve sutilmente, accediendo transportar la luz de las lámparas UV sobre la extensión del impulsor.



Fuente: Lizardo, degradación fotocatalítica, 2004

Figura 3. Reactor de lecho fluidizado

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema General

¿Existe eficacia en el Proceso de Oxidación Fotocatalítico mediante la influencia del TiO_2 , para la degradación de los residuos líquidos biocontaminados generada por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017?

1.4.2. Problemas Específicos

Problema Específico 1:

¿Cuál es la concentración máxima de peróxido de hidrogeno (H_2O_2) en el agua residual biocontaminados generada por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017?

Problema Específico 2:

¿Cuál es la concentración de carga de los contaminantes presente en el agua residual generado por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017?

Problema Específico 3:

¿Cuáles son los niveles de concentración adecuadas del dióxido de titanio (TiO_2) para degradar los residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017?

Problema Específico 4:

¿Cuál es el tiempo conveniente para que el dióxido de titanio (TiO_2) lograra la mayor degradación de la carga orgánica y química de sus residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017?

1.5. Justificación del estudio

En la actualidad el sector industrial de la lavandería, luchan contra ciertos problemas, y uno de ellos es el poder optimizar cada uno de sus procesos minimizando el impacto ambiental generado.

Los contaminantes generados principalmente durante la actividad del lavado de prendas intrahospitalarias en el Instituto nacional del Niño de San Borja, presentan altas concentraciones de materia orgánica, pH elevado, concentraciones de H_2O_2 , solidos suspendidos y otros, ya que a causa del crecimiento elevado de las atenciones médicas y el crecimiento de internos ha generado una elevada demanda en el lavado de prendas biocontaminados intrahospitalarias generando así un consumo de agua diaria de hasta 15 000 litros ($15m^3$) por cada rutina de lavado. **(PLAN OPERATIVO ANUAL POA)**

Este proyecto de investigación busca una alternativa en el tratamiento de los residuos líquidos biocontaminados generados por la lavandería del INSN-SB, ya que, en el Perú, muchos de los servicios de lavanderías dentro de los Hospitales desechan sus residuos líquidos a las redes de alcantarillado sin ningún tipo de tratamiento lo cual altera la calidad del agua residual.

Los efectos de las aguas residuales generan un problema no solo a la salud por sus concentraciones de contaminantes patógenos y/o malos olores, sino también un daño al medio ambiente, además, de que este tipo de industria de lavado emplean grandes cantidades de agua en cada proceso, adicionando reactivos químicos y colorantes.

El método en la que este proyecto se enfoca es en el proceso de oxidación avanzada fotocatalítica empleando el TiO_2 , el cual busca degradar las concentraciones de materia biocontaminada y otros, generados en el proceso de lavado y enjuague de las prendas hospitalarias. Este tipo de tratamiento emplea la luz UV el cual ayudara a generar las reacciones químicas de óxido-reducción para mostrar la degradación de las

mescolanzas presentes en las muestras que serán tomadas desde los registros provenientes de la lavandería del INSN-SB.

El proceso fotocatalítico con TiO_2 es uno de los que mayor interés ha venido proponiéndose, ya que, a diferencia de otro proceso como el caso de los procesos fotoquímicos, este es un método no selectivo ya que además de poder degradar materiales químicos y orgánicos es capaz de poder tratar mezclas de mayor complejidad de contaminantes presentes. Otro factor interesante es el utilizar la radiación Solar como una de las fuentes primarias volviendo a este sistema como tecnología sostenible.

El Aspecto Práctico:

No existe información de estudio del contenido de proceso de oxidación fotocatalítica empleando TiO_2 y luz UV en el tratamiento de aguas residuales de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño, San Borja - 2017, ya que no existe precedentes anteriores a esta investigación, teniendo de esta manera la intención de realizar investigaciones con el propósito de abrir puertas a exploraciones que se puedan realizar en el lugar.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general:

El proceso de Oxidación fotocatalítica mediante el dióxido de titanio (TiO_2), influye en la eficiencia de degradación de los residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017.

1.6.2. Hipótesis específicas:

Hipótesis Específica 1:

La concentración máxima del peróxido de hidrogeno (H_2O_2), es mayor a los estándares de calidad del agua residual generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional del Niño de San Borja, 2017.

Hipótesis Específica 2:

Es elevada la carga de los contaminantes de las aguas residuales generadas por el servicio de lavandería del Instituto Nacional del Niño de San Borja, 2017, logrando ser mayores a los Valores Máximos Permisibles (VMP)

Hipótesis Específica 3:

Los niveles de concentración del dióxido de titanio (TiO_2) serán mayores a 1 g/l para la degradación de los residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional del niño de San Borja, 2017.

Hipótesis Específica 4:

El tiempo conveniente para la degradación de la carga orgánica y química de los residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional del Niño de San Borja, 2017 serán de 3 a 4 horas.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general:

Determinar la eficiencia del proceso de oxidación fotocatalítica empleando el dióxido de titanio (TiO_2), del agua residual biocontaminada generada por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017

1.7.2. Objetivos específicos:

Objetivo Específico 1:

Conocer la concentración máxima de peróxido de hidrogeno (H_2O_2) presente en el agua residual del servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017.

Objetivo Específico 2:

Conocer la concentración de carga de los contaminantes de las aguas residuales generadas por el servicio de lavandería del Instituto Nacional del Niño de San Borja, 2017.

Objetivo Específico 3:

Conocer los niveles de concentración de dióxido de titanio (TiO_2) que degradaran los residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional del Niño de San Borja, 2017.

Objetivo Específico 4:

Conocer el tiempo conveniente que el dióxido de titanio (TiO_2) lograra la degradación de la carga orgánica y química de los residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional del Niño de San Borja, 2017.

II METODO

II. METODO

2.1. Diseño de investigación

De acuerdo con las variantes de estudio y los objetivos proyectados la investigación compete al diseño experimental, el cual se rige de acuerdo con el tipo pre-experimental, donde se realizará un pre-test, luego se aplicará el proceso de oxidación avanzado fotocatalítica empleando el TiO_2 , y finalmente se realizará el post- test de la que se tomará una muestra real del agua residual biocontaminada del servicio de Lavandería pasando el proceso de tratamiento.

Para la cual se busca ajustar los datos experimentales, que permitan inspeccionar de manera visual la respuesta para cierta zona de factores y sus niveles de interés, así llegando evaluar la optimización del tratamiento.

2.2. Variables, operacionalización

Variable

Según Hernández y Sampieri (2010) define como una característica, propiedad o modo, que se puede o no presentar en individuos, conjuntos o sociedades; en modalidades diferentes, se da en grados y magnitudes.

Definición de variables:

Las variables identificadas en la presente investigación son:

Variable dependiente

. **Tratamiento de agua residual biocontaminada:** este residuo líquido es generado en el proceso de remojo y lavado de las prendas intra-hospitalarias. (POA 2016).

Variable independiente

. **Proceso de oxidación fotocatalítica empleando TiO_2 :** Este proceso es definido como la fotorreacción acelerada a través del uso de un catalizador que con ayuda de la luz UV, degrada los contaminantes. E. Mejía Franco (2015).

2.3. Operacionalización de variables:

En la presente investigación es significativo no solo reconocer las variables que se toma en apreciación, sino determinarlas con el mayor acierto posible y precisar la forma en que se observará y evaluará cada una de sus características. (Ver tabla N° 2)

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Este estudio se realizará en un laboratorio obteniendo una muestra real en cada turno de trabajo el cual genera un total de 43.5m³ por día de agua procesada para el lavado de ropa intrahospitalaria en la lavandería del Instituto Nacional de Salud del niño de San Borja.

Población Objetiva

La población objetiva será tomada de forma aleatoria en cada rutina de lavado el cual genera cargas en Kg de ropa lavada determinando de esta manera la cantidad de agua consumida durante el día. (Ver tabla N° 1)

Tabla 1. Consumo de agua en cada rutina

Rutina	ROPA (Kg)	Agua (m ³)
Turno Mañana	366	15
Turno Tarde	202	14
Turno Noche	144	14.5

Fuente: Plan Operativo Anual del Servicio de Lavandería, INSN-SB 2017.

Tabla 2. Operacionalización de variables

TITULO	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN /UNID.
PROCESO DE OXIDACIÓN FOTOCATALÍTICA MEDIANTE TiO₂ Y LUZ UV PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE LA LAVANDERÍA DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO, SAN BORJA - 2017	DEPENDIENTE					
	tratamiento de agua Residual Biocontaminada	Este residuo líquido es generado en el proceso de remojo y lavado de las prendas intra-hospitalarias. (Plan operativo anual 2017).	Esta variable será medida teniendo en cuenta la concentración del peróxido de hidrogeno, concentración de contaminante presentes en el agua residual generada por el servicio de lavandería, además de la concentración de TiO ₂ empleado y el tiempo de degradación.	Concentración de peróxido de hidrogeno	Cantidad agregada para tratamiento	mg/l
				Concentración de contaminantes	Carga biológica Carga Química Carga física	mg/l
				Concentración de TiO ₂ empleado	Porcentaje (%) de eficiencia. Cantidad empleada en g/l	g/l
				Tiempo conveniente para la degradación	Tiempo de recirculación del tratamiento	h
	INDEPENDIENTE					
Proceso de Oxidación fotocatalítica empleando TiO₂	Este proceso es definido como la fotorreacción acelerada a través del uso de un catalizador que con ayuda de la luz UV, degrada los contaminantes. (E. Mejía Franco 2015).	Esta variable será medida teniendo en cuenta las dimensiones de la fotocatalisis ya que esta genera una extensión de bandas de valencia y conducción. Entre el catalizador y la luz UV.	Fotocatalisis	Concentración del catalizado TiO ₂ Luz ultravioleta (UV)	g/l	

Fuente: elaboración propia

2.4.2. Muestra

Los elementos de esta muestra tienen la misma posibilidad de ser usados en el análisis.

Siendo la muestra $X \text{ m}^3$ que será usada en el análisis de forma aleatoria y de acuerdo con la accesibilidad del reactor empleado, se empleará 20 litros de muestra real para 20 ensayos por cada rutina.

2.4.3. Muestreo

En esta investigación de tipo muestreo aleatorio simple: las muestras de agua residual biocontaminadas tendrán la misma probabilidad de ser elegidos. Ya que la elección de la muestra de agua residual podrá ejecutarse a través de cualquier mecanismo en el que todos los componentes tengan las mismas opciones de ser elegidos.

Para ello se ha seleccionado el sistema fotocatalítico $\text{H}_2\text{O}_2/\text{TiO}_2/\text{UV}$, el cual constará de una foto reactor fluidizado y un recipiente de 1 Litro en volumen el cual recirculará mediante una bomba peristáltica, semejante a un sistema de flujo continuo, donde la solución se desplazará a una velocidad de 1L/h.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.5.1. Técnicas

En esta investigación se utilizará la observación para identificar los factores de turbidez, además de evaluar mediante un peachimetro, el cual será utilizado para medir el pH de las concentraciones iniciales y finales.

Como apoyo externo se mandará a evaluar las muestras a un laboratorio acreditado por el INACAL para determinar los niveles de concentración biológica, química y física presentes en el agua residual, pre y post el tratamiento.

2.5.2. Instrumentos

Entre los instrumentos se consideran los siguientes

Fichas de registro:

Mediante las cédulas de registros podremos lograr obtener una diversidad de información teórica sobresaliente que ayudara extender entendimientos y variadas metodologías empleadas en investigaciones semejantes.

2.5.3. Método: Diagrama de flujo de las etapas del proceso

En la (figura N°1), se presenta las siguientes etapas de la investigación.

2.5.4. Descripción del proceso

Tanto el planeamiento como la ejecución del monitoreo de la calidad del agua realizaran con base en los lineamientos establecidos D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, el cual nos servirá de referencia para ejecución del presente proyecto y poder contrastar valores admisibles y los obtenidos en el tratamiento.

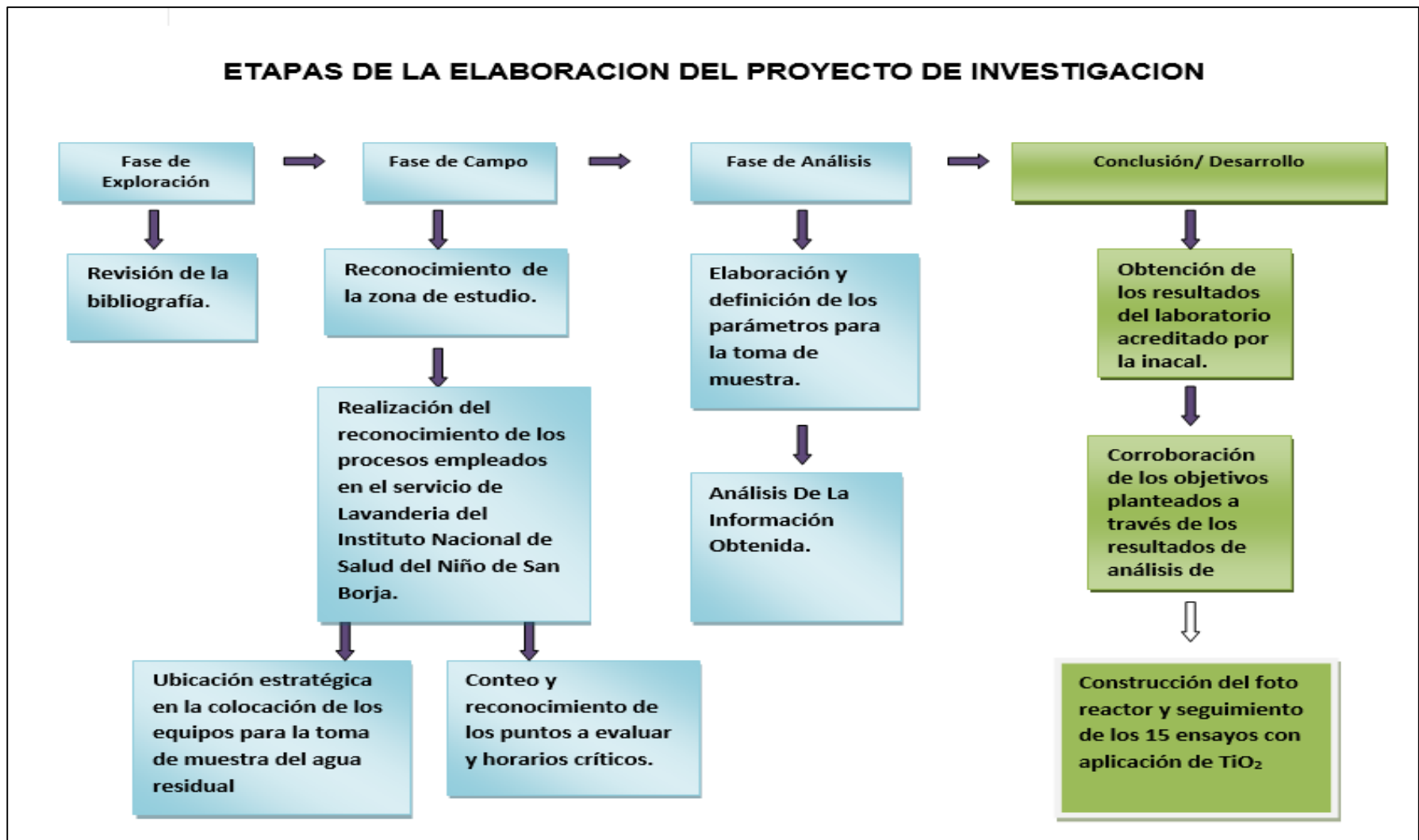
Etapas preliminar de gabinete:

Durante esta etapa se recopilará información temática, del área de estudio se realizará un análisis de estudio previo al monitoreo. Así como también se obtendrá información de la ropa lavada en cada rutina luego de hacer un reconocimiento y detectar alguna variación en la rutina o desperfecto.

Etapas de campo

Durante esta etapa se reconocerán las instalaciones y facilidades de operación.

También se realizarán evaluaciones para verificar los tipos de prendas hospitalarias recogida para lavar en cada rutina para de esta forma determinar cuál es el turno donde existe mayor generación de agua residual biocontaminada.



Fuente: Protocolo de monitoreo de calidad de agua

Figura 4. Etapas del proceso

La ubicación del punto de muestreo: Se evaluarán los parámetros de calidad del agua residual desechados por las lavadoras en su proceso de desfogue de agua a través de canaletas.

La evaluación se realizará de manera que se pueda cubrir las variaciones representativas, este debe coincidir con la generación de ropa lavada por día, en horario representativo. En nuestra área de estudio la principal fuente de prendas biocontaminada que alteran la calidad del agua provienen de los pacientes hospitalizados en las áreas de cuidados intensivos y quimioterapias.

En la ubicación de los puntos de monitoreo, de acuerdo con el (DS 021-2009-VIVIENDAS), el Instituto nacional de Salud del niño, se localiza en el distrito de San Borja y de acuerdo con lo dispuesto en el ECA para agua, indica que los sistemas de alcantarillados sanitarios no deben exceder aguas con concentraciones de:

- BDO5: 500 mg/L
- DQO: 1000 mg/L
- Sólidos suspendidos totales 500 mg/L
- Aceites y Grasas 100 mg/L

Etapas finales:

Con la información inicial de la etapa de gabinete y etapa de campo, se llevará a cabo el tratamiento de interés donde las condiciones operativas para los factores de proceso de oxidación fotocatalítica es realizada en un laboratorio una Universidad externa.

Los equipos empleados en este proceso de tratamiento de agua residual fueron:

- Balanza analítica
- Medido de pH

- Centrifuga
- Probeta 1000 ml
- Espátula
- Balde para preparación de muestras
- Cronometro
- Agitador magnético con calentamiento
- Reactor de lecho fluidizado

Se realizaron 20 ensayos por cada muestra de agua residual tratada variando las condiciones de operación. Empleando 2 casos de estudios de las cuales se emplearon aguas residuales de diferentes características, esto debido a que en el Instituto Nacional del Niño de San Borja se realizan continuamente cambios en los procesos de lavado y frecuencias de rutina, lo que dificulta tener un agua con características similares.

Una vez culminado el proceso de oxidación fotocatalítica las muestras serán entregadas a un laboratorio certificado para determinar si el proceso con TiO_2 es efectivo en los contaminantes evaluados y determinar si estos una vez pasado el tratamiento cumplen los parámetros de la normativa vigente y medir su eficiencia con respecto a la muestra pre-tratamiento.

2.5.5. Validación y confiabilidad del instrumento

La validez será radicada por el criterio de jueces. Contando del mismo modo con la firma de tres especialistas colegiados.

2.5.6. Confiabilidad

Como método de mención a usar será el protocolo de monitoreo de agua, Se realizarán pruebas y análisis de laboratorio para determinar si los valores permisibles son superiores a los establecidos por la norma vigente del sistema de alcantarillado sanitario. Se realizará la toma de muestra bajo los permisos establecidos por el Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja.

2.6. Métodos de análisis de datos

Se utilizará el diseño de muestra de probabilidad que dará a cada elemento de la población la posibilidad de ser seleccionada, donde se extraerá al azar muestras de aguas para ser procesadas en el tratamiento de oxidación fotocatalítica y luego ser analizadas en un laboratorio, se emplearan tablas resumidas, en forma análoga determinando si los resultados fueron óptimos a lo esperado.

2.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación “Proceso de oxidación fotocatalítica mediante TiO_2 y luz UV para el tratamiento del agua residual de la lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño, San Borja - 2017” se ejecutará en base a una lista física y virtual de estudios acatando los derechos de autor y del código de ética.

III RESULTADOS

III. RESULTADOS

En los instrumentos de evaluación las fichas de registro están elaboradas bajo las 6 dimensiones para documentar las pruebas experimentales obtenidas en los laboratorios, donde la variable independiente está compuesta por el proceso de oxidación fotocatalítica empleando el TiO_2 la cual se encuentra sub-dividida en 1 dimensión (fotocatálisis), La variable dependiente considerada como tratamiento de agua residual biocontaminada se encuentra sub-dividida por las dimensiones (Concentración de H_2O_2 , Concentración de contaminantes, Concentración de TiO_2 empleado y Tiempo conveniente para la degradación).

Teniendo en cuenta las consideraciones de la problemática, basada en las hipótesis y objetivos, se presentan los resultados en las siguientes tablas y cuadros.

3.1. Resultados de análisis del agua residual

Se realizaron 20 ensayos por cada muestra de agua residual tratada variando las condiciones de operación. Empleando 2 casos de estudios de las cuales se emplearon aguas residuales de diferentes características, esto debido a que en el Instituto Nacional del Niño de San Borja se realizan continuamente cambios en los procesos de lavado y frecuencias de rutina, lo que dificulta tener un agua con características similares.

Los parámetros operacionales se realizaron siguiendo las condiciones de la (tabla N° 3).

Tabla 3. Caso de estudio

Ensayo (n)	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH Inicial
1	1	2	9
2	0.5	3	6
3	0.5	1	9
4	0	3	8
5	1	1	8
6	0.5	3	9
7	1	1	8
8	0	1	8
9	0.5	2	6
10	0.5	2	8
11	0	2	6
12	0	2	9
13	0.5	2	8
14	1	2	6
15	0.5	2	8
16	1	1	8
17	1	1	8
18	0.5	1	9
19	0.5	3	6
20	0	3	8

Fuente: Elaboración Propia

Por Cada ensayo se realizaron medidas con 20 litros de aguas residual, luego el catalizador fue pesado en una balanza digital para posteriormente ser mezclado con el agua residual en el recipiente de almacenamiento de 40 Litros.

Una vez estando preparada la solución se procede a encender el sistema de bombeo y el sistema de iluminación quedando el sistema en recirculación constante durante los tiempos indicados en la tabla N° 3.

Pasado los tiempos estimados de ensayos se procede a tomar las muestras y llevado al laboratorio para ser analizados con el fin de determinar si el TiO₂ influye de manera considerable en el tratamiento de oxidación fotocatalítica. Este procedimiento es realizado en todas las pruebas empleadas en esta investigación.

3.2. Análisis

3.2.1. Ensayo 1 sin presencia de H₂O₂

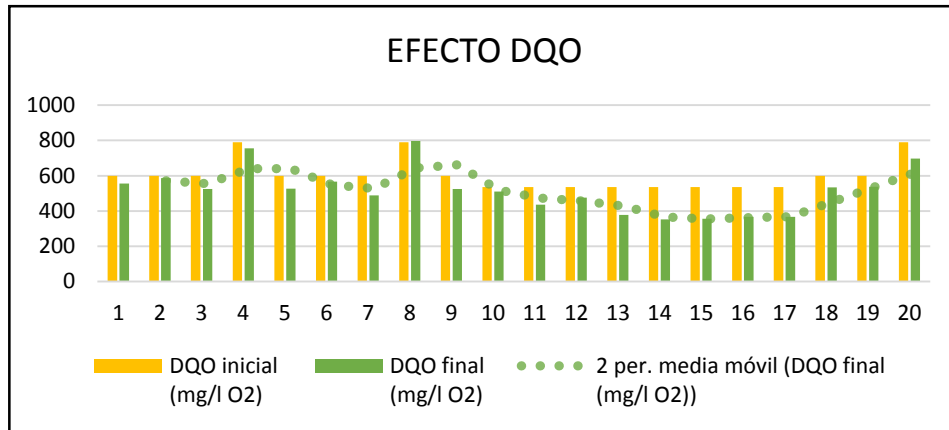
Los ensayos experimentales realizados el día 20 de setiembre del 2017 dieron como resultado lo anotado en la (tabla N°4).

Tabla 4. Resultados de ensayos 1

Ensayo n	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH Inicial	DQO inicial (mg/l O ₂)	pH Final	DQO final (mg/l O ₂)	% degradación
1	1	2	9	599	7.45	556	7.18
2	0.5	3	6	599	5.35	587	2.00
3	0.5	1	9	599	7.01	524	12.52
4	0	3	8	789	6.57	755	4.31
5	1	1	8	599	7.01	526	12.19
6	0.5	3	9	599	7.35	567	5.34
7	1	1	8	599	7.01	489	18.36
8	0	1	8	789	6.35	798	-1.14
9	0.5	2	6	599	5.78	525	12.35
10	0.5	2	8	535	7.56	510	4.67
11	0	2	6	535	5.65	436	18.50
12	0	2	9	535	8.04	476	11.03
13	0.5	2	8	535	7.04	378	29.35
14	1	2	6	535	5.35	352	34.21
15	0.5	2	8	535	7.35	356	33.46
16	1	1	8	535	7.21	367	31.40
17	1	1	8	535	7.23	367	31.40
18	0.5	1	9	599	7.07	534	10.85
19	0.5	3	6	599	5.98	537	10.35
20	0	3	8	789	7.06	698	11.53

Fuente: Elaboración Propia

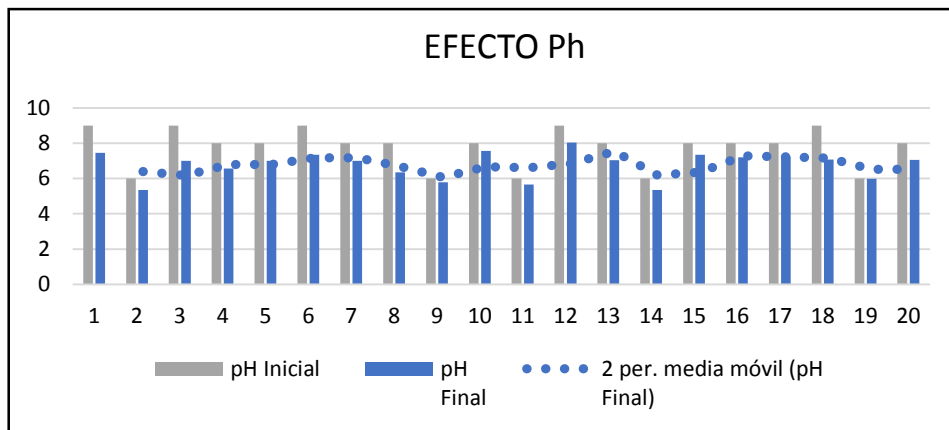
Los resultados en la tabla muestran los factores más significativos de DQO y pH en orden decreciente siendo tomada esta muestra de agua residual en el primer turno de trabajo.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5. Efecto DQO ensayo 1

El gráfico de barras en la figura N°5, indica en líneas verticales el efecto de los factores DQO inicial y DQO final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6 Efecto pH ensayo 1

El gráfico de barras en la figura N°6, indica en líneas verticales el efecto de los factores pH inicial y pH final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento.

Por lo mostrado en las figuras N°5 y figuras N°6 con respecto al primer ensayo los valores óptimos que permitieron minimizar el valor de la DQO son:

- pH = 5
- T. recirculación= 2 horas
- Concentración de TiO₂= 1g/L

3.2.2. Ensayo 2 con presencia de H₂O₂

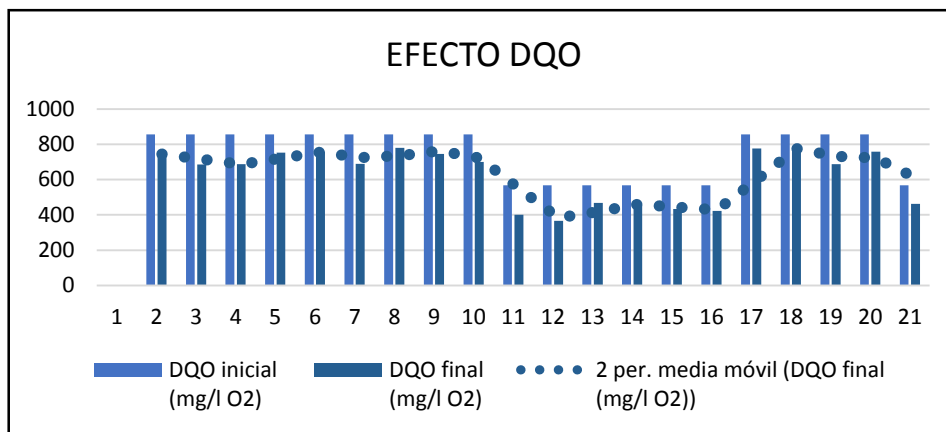
Los ensayos experimentales realizados el día 20 de setiembre del 2017 dieron como resultado lo anotado en la (tabla N°5).

Tabla 5. Resultados de ensayos 2

Ensayo n	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH Inicial	DQO inicial (mg/l O ₂)	pH Final	DQO final (mg/l O ₂)	% degradación
1	1	2	9	856	7.65	745	12.97
2	0.5	3	6	856	5.36	685	19.98
3	0.5	1	9	856	7.01	688	19.63
4	0	3	8	856	7.1	753	12.03
5	1	1	8	856	6.03	758	11.45
6	0.5	3	9	856	7.89	690	19.39
7	1	1	8	856	7.04	780	8.88
8	0	1	8	856	5.6	745	12.97
9	0.5	2	6	856	4.34	701	18.11
10	0.5	2	8	567	6.56	401	29.28
11	0	2	6	567	4.57	367	35.27
12	0	2	9	567	7.8	468	17.46
13	0.5	2	8	567	6.48	452	20.28
14	1	2	6	567	4.68	434	23.46
15	0.5	2	8	567	6.36	423	25.40
16	1	1	8	856	6.03	776	9.35
17	1	1	8	856	6.46	776	9.35
18	0.5	1	9	856	6.8	688	19.63
19	0.5	3	6	856	5.24	758	11.45
20	0	3	8	567	7.57	463	18.34

Fuente: Elaboración Propia

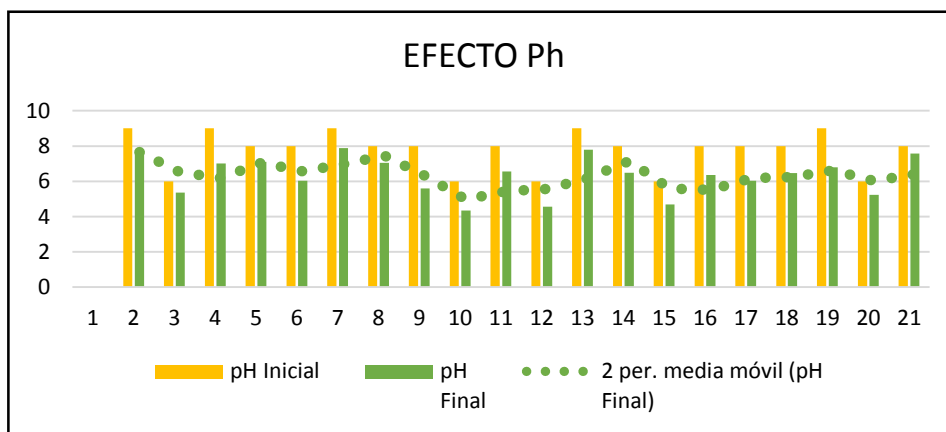
Los resultados en la tabla muestran los factores más significativos de DQO y pH en orden decreciente. Siendo tomada esta muestra de agua residual en el primer turno de trabajo.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 7. Efecto DQO ensayo 2

El gráfico de barras en la figura N°7, indica en líneas verticales el efecto de los factores DQO inicial y DQO final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 8. Efecto pH ensayo 2

El gráfico de barras en la figura N°8, indica en líneas verticales el efecto de los factores pH inicial y pH final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento

Por lo mostrado en las figuras N°7 y figuras N°8 con respecto al segundo ensayo los valores óptimos que permitieron minimizar el valor de la DQO son:

- pH = 4
- T. recirculación= 2 horas
- Concentración de TiO₂= 0.5 g/L

3.2.3. Ensayo 3 sin presencia de H₂O₂

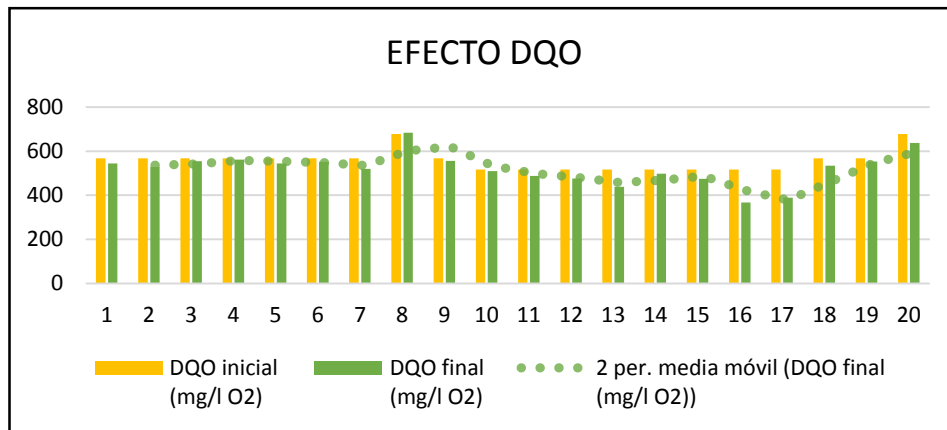
Los ensayos experimentales realizados el día 16 de octubre del 2017 dieron como resultado lo anota en la (tabla N°6).

Tabla 6. Resultados de ensayos 3

Ensayo n	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH Inicial	DQO inicial (mg/l O ₂)	pH Final	DQO final (mg/l O ₂)	% eficiencia
1	1	2	8	567	7.02	545	3.88
2	0.5	3	8	567	7.35	528	6.88
3	0.5	1	7	567	6.65	555	2.12
4	0	3	9	567	8.07	562	0.88
5	1	1	7	567	6.65	545	3.88
6	0.5	3	7	567	6.47	552	2.65
7	1	1	5	567	4.56	519	8.47
8	0	1	6	678	5.78	684	-0.88
9	0.5	2	7	567	6.45	556	1.94
10	0.5	2	8	516	7.56	510	1.16
11	0	2	5	516	4.86	487	5.62
12	0	2	8	516	7.36	476	7.75
13	0.5	2	7	516	6.89	439	14.92
14	1	2	7	516	6.47	498	3.49
15	0.5	2	9	516	8.68	475	7.95
16	1	1	9	516	7.21	367	28.88
17	1	1	9	516	7.23	389	24.61
18	0.5	1	8	567	7.56	534	5.82
19	0.5	3	7	567	6.99	553	2.47
20	0	3	9	678	7.06	637	6.05

Fuente: Elaboración Propia

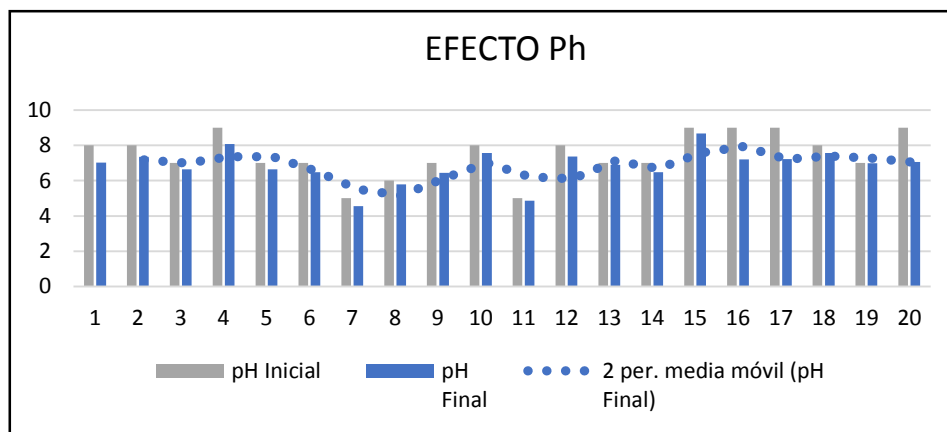
Los resultados en la tabla muestran los factores más significativos de DQO y pH en orden decreciente siendo tomada esta muestra de agua residual en el segundo turno de trabajo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 9. Efecto DQO ensayo 3

El gráfico de barras en la figura N°9, indica en líneas verticales el efecto de los factores DQO inicial y DQO final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 10. Efecto pH ensayo 3

El gráfico de barras en la figura N°10, indica en líneas verticales el efecto de los factores pH inicial y pH final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento

Por lo mostrado en las figuras N°9 y figuras N°10 con respecto al tercer ensayo los valores óptimos que permitieron minimizar el valor de la DQO son:

- pH = 4
- T. recirculación= 1 horas
- Concentración de TiO_2 = 1 g/L

3.2.4. Ensayo 4 con presencia de H₂O₂

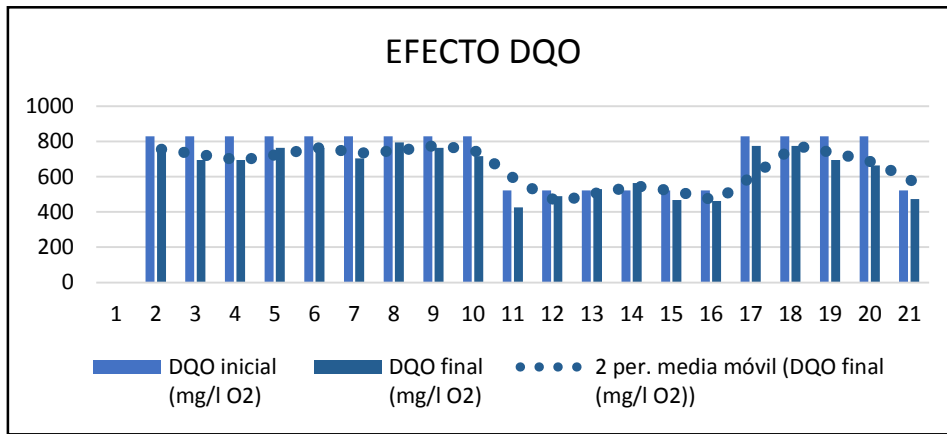
Los ensayos experimentales realizados el día 16 de octubre del 2017 dieron como resultados la siguiente (tabla N°7).

Tabla 7. Resultados de ensayos 4

Ensayo n	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH Inicial	DQO inicial (mg/l O ₂)	pH Final	DQO final (mg/l O ₂)	% eficiencia
1	1	2	8	829	7.76	756	8.81
2	0.5	3	8	829	5.48	694	16.28
3	0.5	1	7	829	6.89	694	16.28
4	0	3	9	829	7.67	764	7.84
5	1	1	7	829	6.34	764	7.84
6	0.5	3	7	829	7.56	703	15.20
7	1	1	5	829	7.05	795	4.10
8	0	1	6	829	5.8	764	7.84
9	0.5	2	7	829	4.67	717	13.51
10	0.5	2	8	523	6.87	426	18.55
11	0.5	2	5	523	5.73	489	6.50
12	0	2	8	523	8	529	-1.15
13	0.5	2	7	523	6.83	564	-7.84
14	1	2	7	523	5.02	468	10.52
15	0.5	2	9	523	6.58	462	11.66
16	1	1	9	829	6.14	775	6.51
17	1	1	9	829	6.65	775	6.51
18	0.5	1	8	829	7.04	694	16.28
19	0.5	3	7	829	5.56	663	20.02
20	0	3	9	523	7.86	473	9.56

Fuente: Elaboración Propia

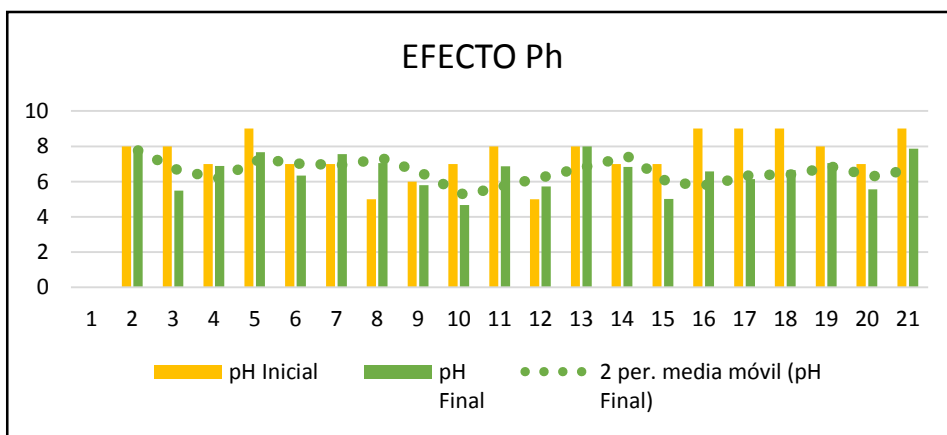
Los resultados en la tabla muestran los factores más significativos de DQO y pH en orden decreciente siendo tomada esta muestra de agua residual en el segundo turno de trabajo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 11. Efecto DQO ensayo 4

El gráfico de barras en la figura N°11, indica en líneas verticales el efecto de los factores DQO inicial y DQO final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 12. Efecto pH ensayo 4

El gráfico de barras en la figura N°12, indica en líneas verticales el efecto de los factores pH inicial y pH final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento

Por lo mostrado en las figuras N°11 y figuras N°12 con respecto al cuarto ensayo los valores óptimos que permitieron minimizar el valor de la DQO son:

- pH = 4
- T. recirculación= 2 horas
- Concentración de TiO₂= 0.5 g/L

3.2.5. Ensayo 5 sin presencia de H₂O₂

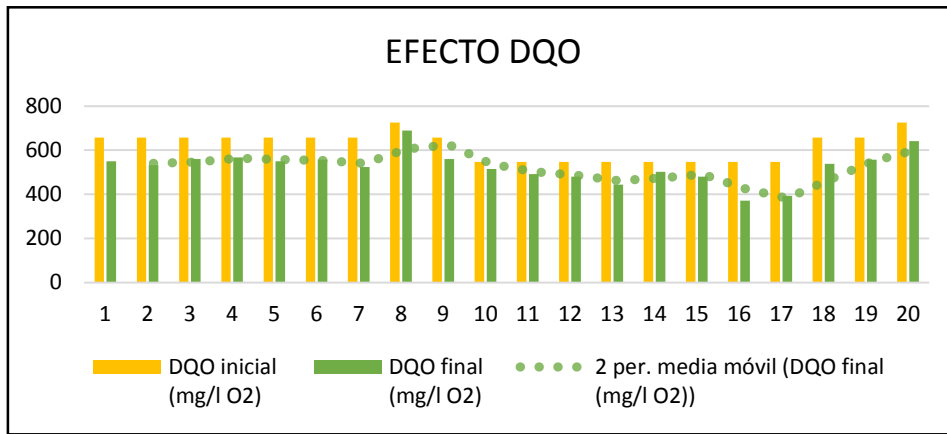
Los ensayos experimentales realizados el día 19 de octubre del 2017 dieron como resultados la siguiente (tabla N°8).

Tabla 8. Resultados de ensayos 5

Ensayo n	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH Inicial	DQO inicial (mg/l O ₂)	pH Final	DQO final (mg/l O ₂)	% eficiencia
1	1	2	8	658	6.49	550	16.47
2	0.5	3	8	658	6.82	533	19.05
3	0.5	1	7	658	6.12	560	14.95
4	0	3	9	658	7.54	567	13.88
5	1	1	7	658	6.12	550	16.47
6	0.5	3	7	658	5.94	557	15.40
7	1	1	5	658	4.03	524	20.42
8	0	1	6	725	5.25	689	5.01
9	0.5	2	7	658	5.92	561	14.79
10	0.5	2	8	547	7.03	515	5.91
11	0	2	5	547	4.33	492	10.12
12	0	2	8	547	6.83	481	12.13
13	0.5	2	7	547	6.36	444	18.89
14	1	2	7	547	5.94	503	8.11
15	0.5	2	9	547	8.15	480	12.31
16	1	1	9	547	6.68	372	32.06
17	1	1	9	547	6.7	394	28.03
18	0.5	1	8	658	7.03	539	18.14
19	0.5	3	7	658	6.46	558	15.25
20	0	3	9	725	6.53	642	11.50

Fuente: Elaboración Propia

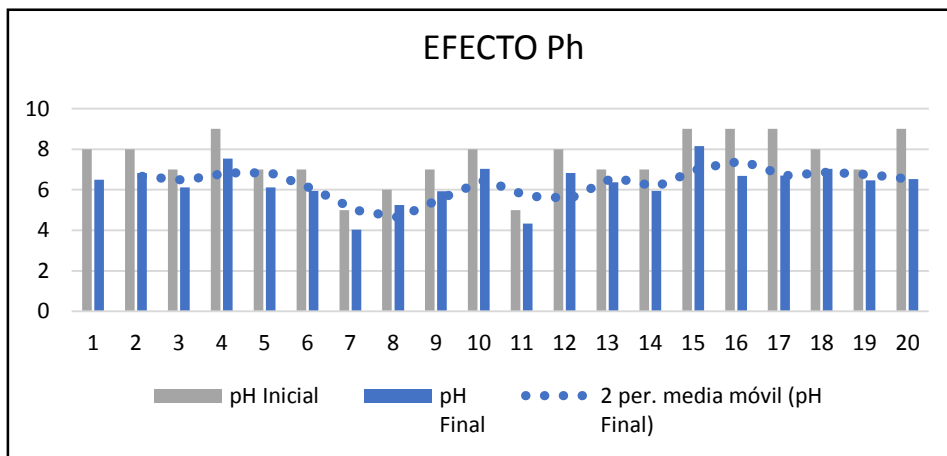
Los resultados en la tabla muestran los factores más significativos de DQO y pH en orden decreciente siendo tomada esta muestra de agua residual en el tercer turno de trabajo.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 13. Efecto DQO ensayo 5

El gráfico de barras en la figura N°13, indica en líneas verticales el efecto de los factores DQO inicial y DQO final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 14. Efecto pH ensayo 5

El gráfico de barras en la figura N°14, indica en líneas verticales el efecto de los factores pH inicial y pH final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento

Por lo mostrado en las figuras N°13 y figuras N°14 con respecto al quinto ensayo los valores óptimos que permitieron minimizar el valor de la DQO son:

- pH = 4
- T. recirculación= 1 horas
- Concentración de TiO₂= 1 g/L

3.2.6. Ensayo 6 con presencia de H₂O₂

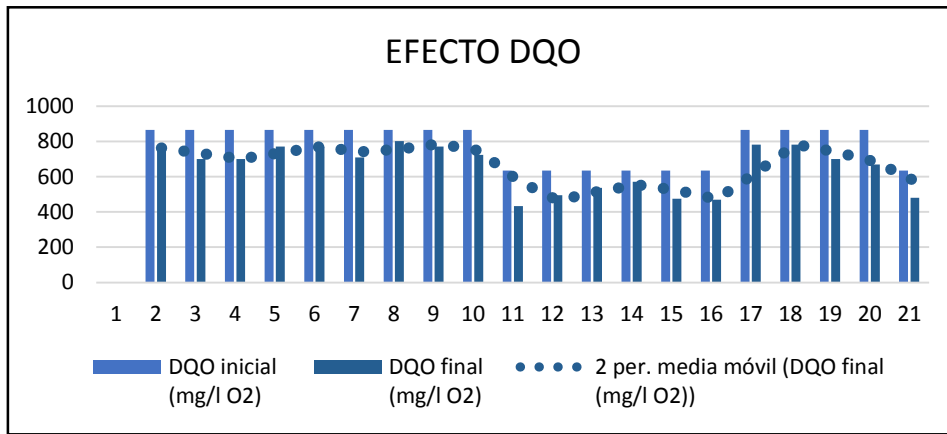
Los ensayos experimentales realizados el día 19 de octubre del 2017 dieron como resultado lo anotado en la (tabla N°9).

Tabla 9. Resultados de ensayos 6

Ensayo n	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH Inicial	DQO inicial (mg/l O ₂)	pH Final	DQO final (mg/l O ₂)	% eficiencia
1	1	2	8	865	7.12	763	11.81
2	0.5	3	8	865	4.84	701	18.98
3	0.5	1	7	865	6.25	701	18.98
4	0	3	9	865	7.03	771	10.89
5	1	1	7	865	5.7	771	10.89
6	0.5	3	7	865	6.92	710	17.94
7	1	1	5	865	6.41	802	7.30
8	0	1	6	865	5.16	771	10.89
9	0.5	2	7	865	4.03	724	16.32
10	0.5	2	8	634	6.23	433	31.73
11	0.5	2	5	634	5.09	496	21.79
12	0	2	8	634	7.36	536	15.48
13	0.5	2	7	634	6.19	571	9.96
14	1	2	7	634	4.38	475	25.11
15	0.5	2	9	634	5.94	469	26.05
16	1	1	9	865	5.5	782	9.62
17	1	1	9	865	6.01	782	9.62
18	0.5	1	8	865	6.4	701	18.98
19	0.5	3	7	865	4.92	670	22.56
20	0	3	9	634	7.22	480	24.32

Fuente: Elaboración Propia

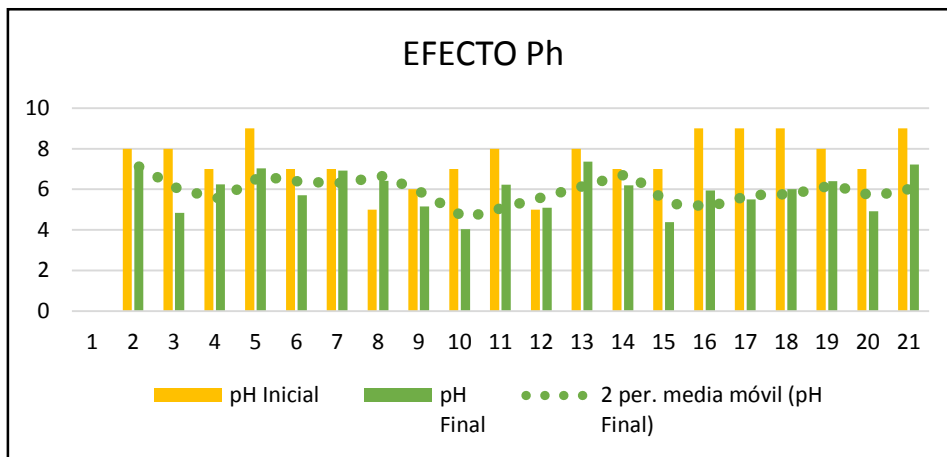
Los resultados en la tabla muestran los factores más significativos de DQO y pH en orden decreciente siendo tomada esta muestra de agua residual en el tercer turno de trabajo.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 15. Efecto DQO ensayo 6

El gráfico de barras en la figura N°15, indica en líneas verticales el efecto de los factores DQO inicial y DQO final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 16. Efecto pH ensayo 6

El gráfico de barras en la figura N°16, indica en líneas verticales el efecto de los factores pH inicial y pH final y como afectan significativamente en orden decreciente al tratamiento

Por lo mostrado en las figuras N°15 y figuras N°16 con respecto al sexto ensayo los valores óptimos que permitieron minimizar el valor de la DQO son:

- pH = 4
- T. recirculación= 2 horas
- Concentración de TiO₂= 0.5 g/L

Tabla 10. Resultados de pre – post tratamiento

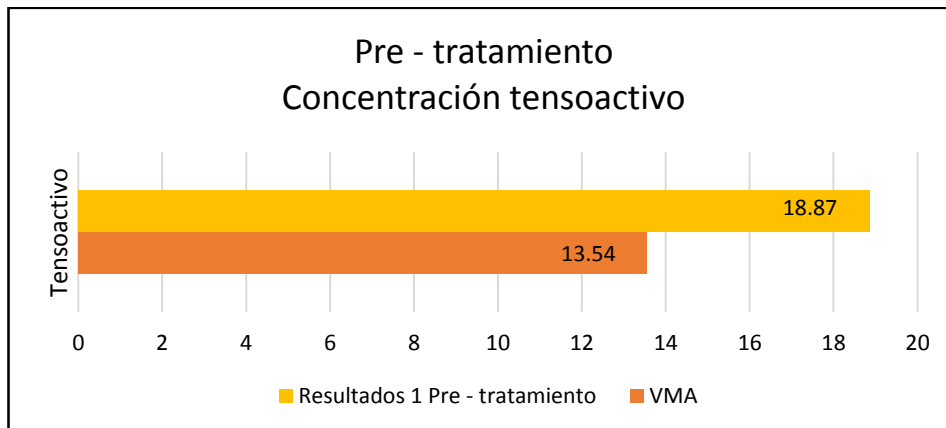
Parámetros	VMA	Resultados 1 Pre – tratamiento 19-05-2017	Resultados 2 Post – tratamiento 20-09-2017	Resultados 3 Post – tratamiento 16-10-2017	Resultados 4 Post – tratamiento 19-10-2017
Aceites y Grasas	100	323	134	145	234
DBO ₅ (mg/L)	500	745	501	500	478
DQO	1000	232	124.9	634	643
SST	500	512	324	319	312
pH	6	12	6.42	5.88	6.5
Temperatura	35	42	21	20	20
Tensoactivos	13.54	18.87	14.2	13.67	13
Nitrógenos Amoniacal	80	101	78	77	68

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N°10, se muestran los valores de las muestras del agua pre-tratamiento y post-tratamiento analizados.

3.3. Resultados de concentración de H₂O₂

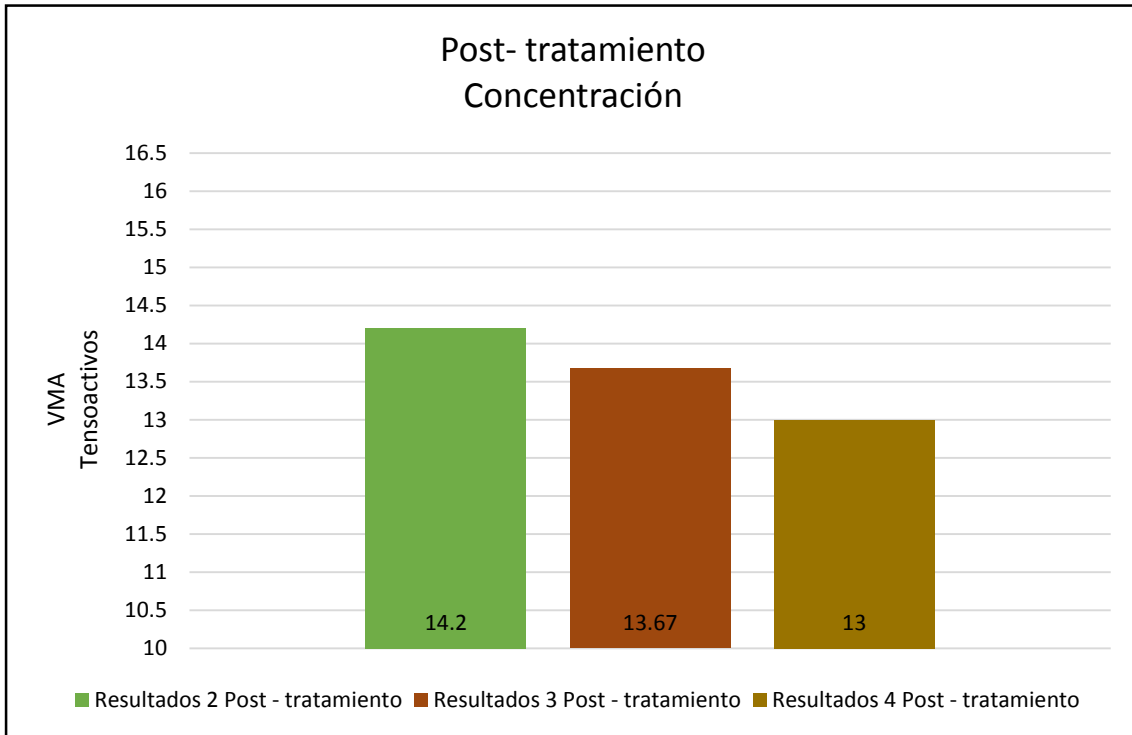
pre-tratamiento



Fuente: Elaboración Propia

Figura 17. Tensoactivos

En la figura N°17, la barra amarilla muestra el valor específico de los tensoactivos presentes en el agua residual de la lavandería antes del tratamiento, lo cual muestra que sobrepasa el límite del VMA que se encuentra graficada en la barra naranja.

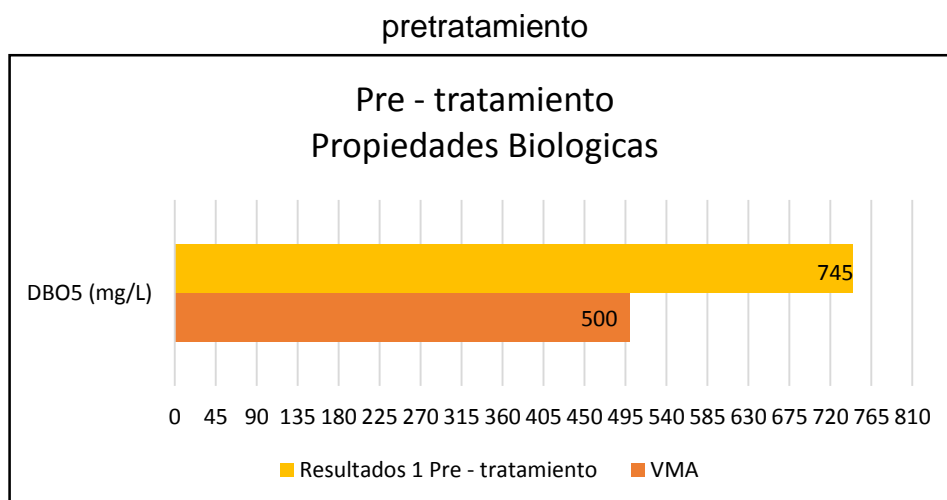


Fuente: Elaboración Propia

Figura 18. Viabilidad del tensoactivo

Los resultados obtenidos muestran en la figura N°18, que el tratamiento fotocatalítico logra reducir los compuestos de tensoactivos presentes en el agua residual de la lavandería del INSN-SB, logrando obtener un 27.80% de eficiencia.

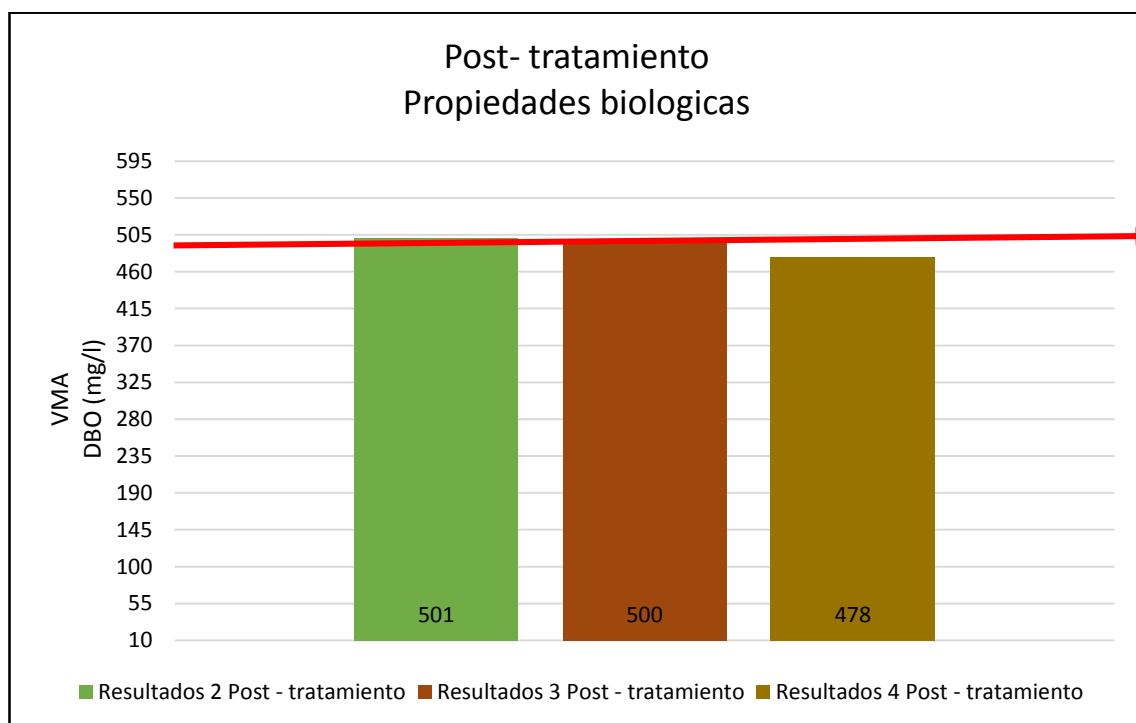
3.4. Resultado de cargas biológicas



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19. cargas biológicas

En la figura N°19, la barra amarilla muestra el valor específico del parámetro biológico presentes en el agua residual de la lavandería antes del tratamiento, lo cual es muestra sobre pasa al límite del VMA que se encuentra graficada en la barra naranja.



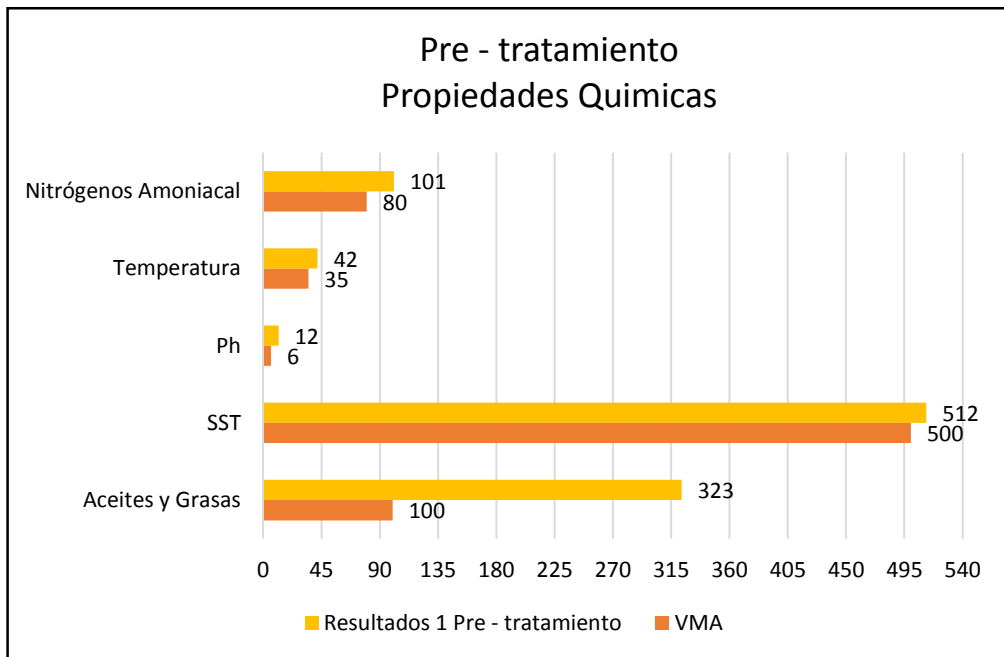
Fuente: Elaboración Propia

Figura 20. viabilidad de la carga biológica

Los resultados obtenidos muestran en la figura N°20, que el tratamiento fotocatalítico logra disminuir la concentración de la DBO presentes en el agua residual de la lavandería del INSN-SB, logrando obtener un 33.83% de eficiencia.

3.5. Resultados de las cargas químicas

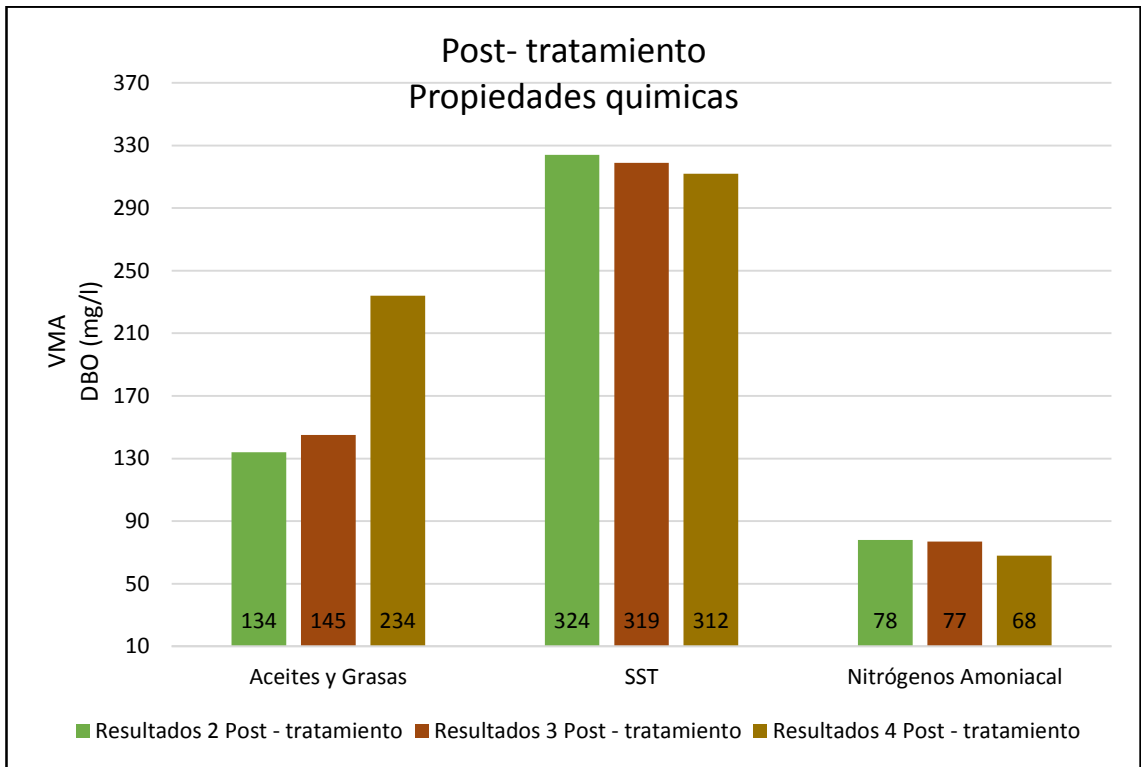
pre-tratamiento



Fuente: Elaboración Propia

Figura 21. cargas químicas

En la figura N°21, la barra de color amarillo muestra los valores específicos de los parámetros químicos presentes en el agua residual de la lavandería del INSN-Sb, antes del tratamiento, lo cual muestra que sobre pasa al límite del VMA que se encuentra graficada en la barra de color naranja.

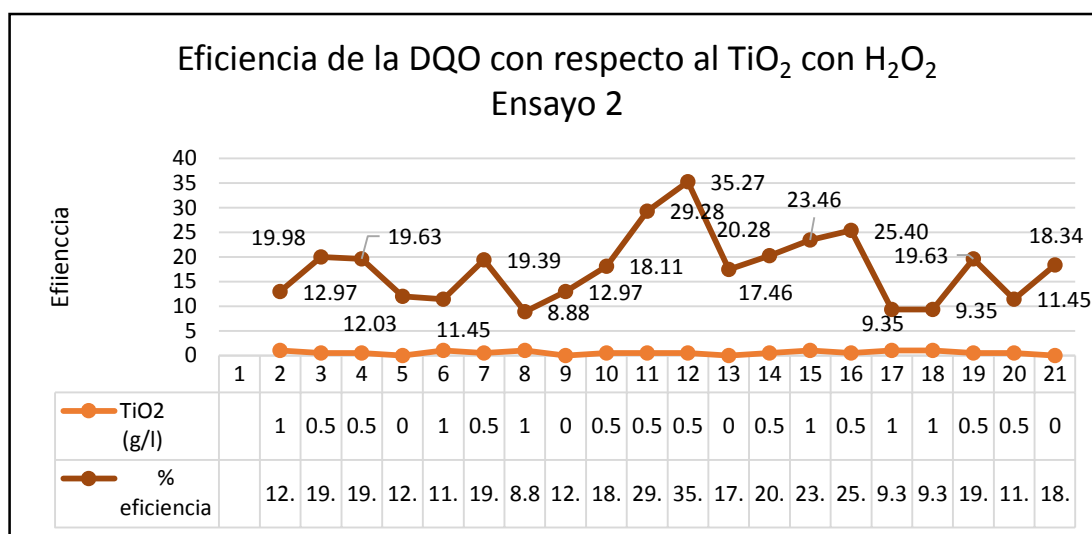


Fuente: Elaboración Propia

Figura 22. viabilidad de la carga química

Los resultados obtenidos muestran en la figura N°22, que el tratamiento fotocatalítico logra disminuir la concentración de los parámetros químicos presentes en el agua residual de la lavandería del INSN-SB, logrando obtener resultados óptimos con porcentajes de remoción de: AyG (47.06%), SST (37.83%), Nitrógeno amoniacal (26.40%).

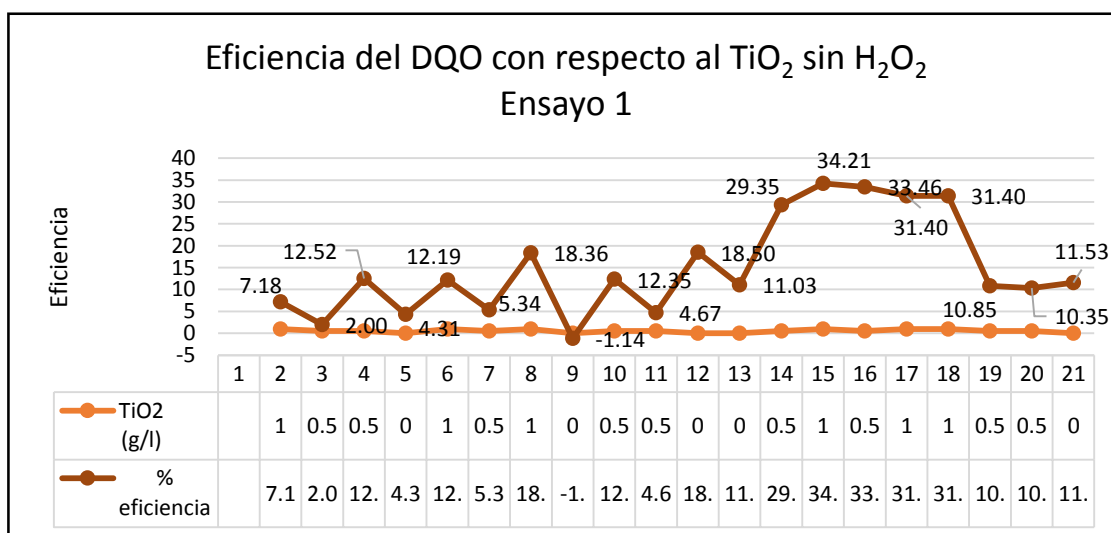
3.6. Resultados de la concentración del catalizador TiO₂



Fuente: Elaboración Propia

Figura 23. Degradación DQO vs TiO₂ sin H₂O₂

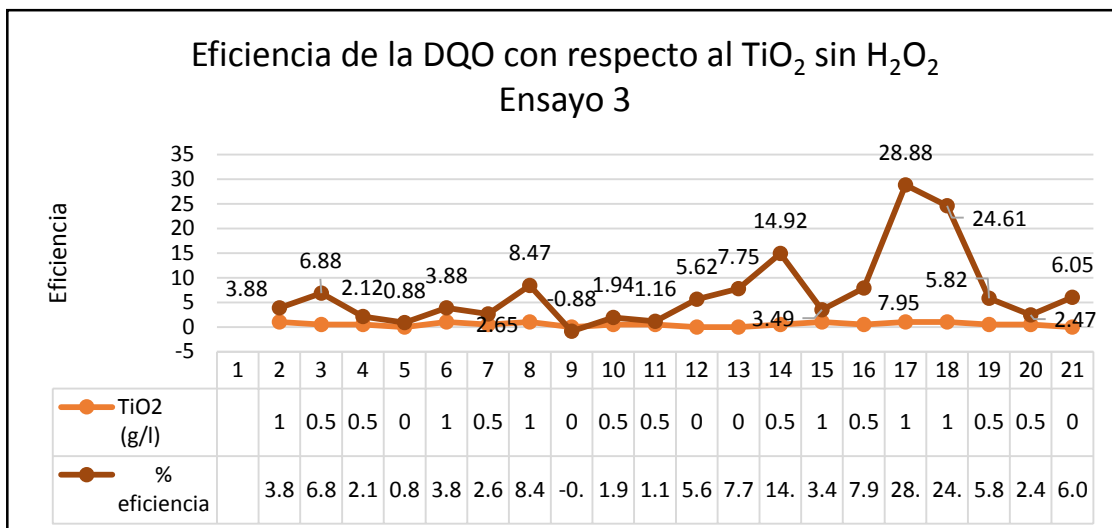
La figura N°23, muestran valores óptimos sin la presencia del H₂O₂, que permiten minimizar el valor la DQO, con un 34.21% de eficiencia con una concentración de 1g/l de TiO₂.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 24. Degradación DQO vs TiO₂ con H₂O₂

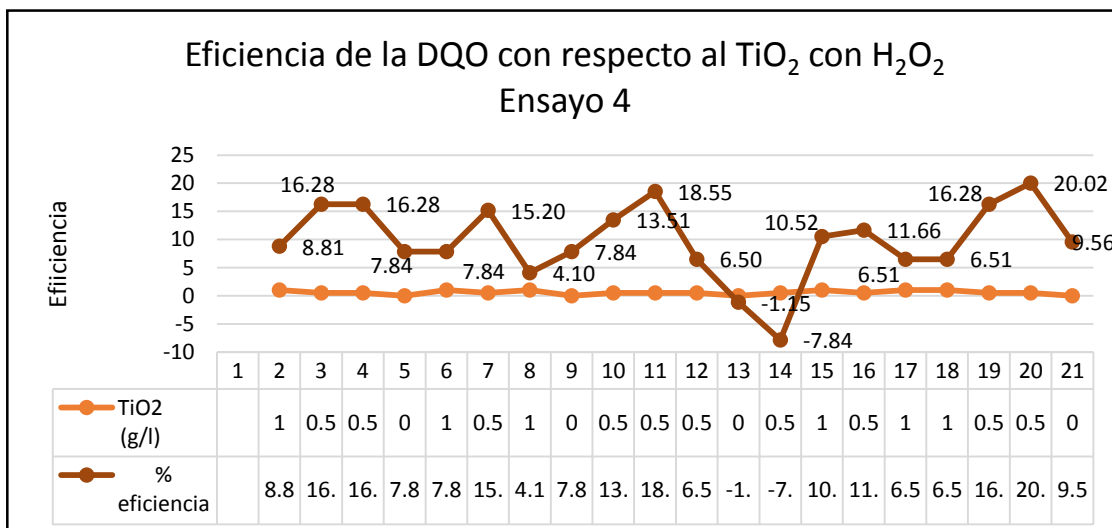
La figura N°24, muestran valores óptimos, que permiten minimizar el valor la DQO, con un 35.27% de eficiencia con una concentración menor al ensayo 1 de 0.5 g/l de TiO₂.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 25. Degradación DQO vs TiO₂ sin H₂O₂

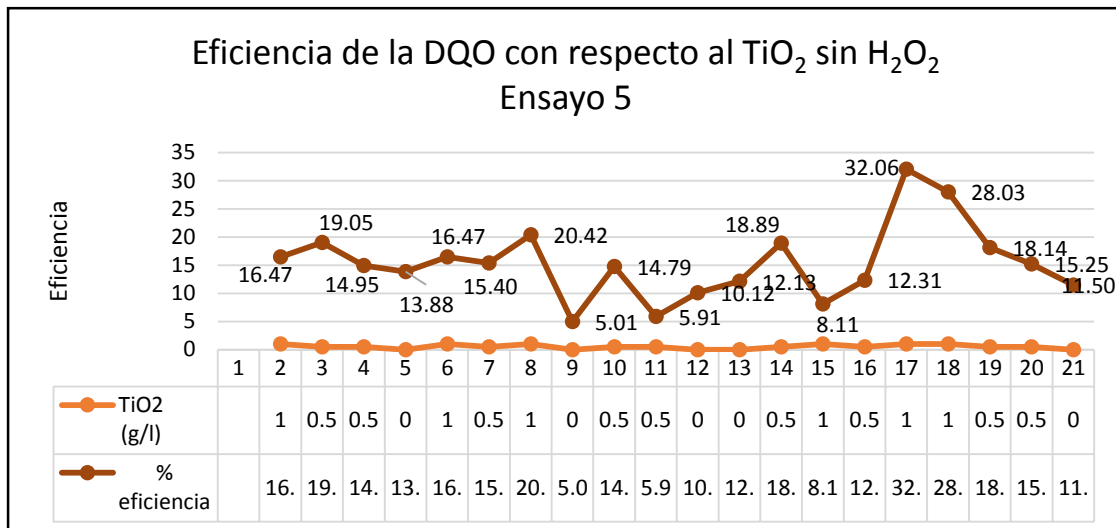
La figura N°25, muestran valores óptimos sin la presencia del H₂O₂, que permiten minimizar el valor la DQO, con un 28.88% de eficiencia con una concentración de 1g/l de TiO₂.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 26. Degradación DQO vs TiO₂ con H₂O₂

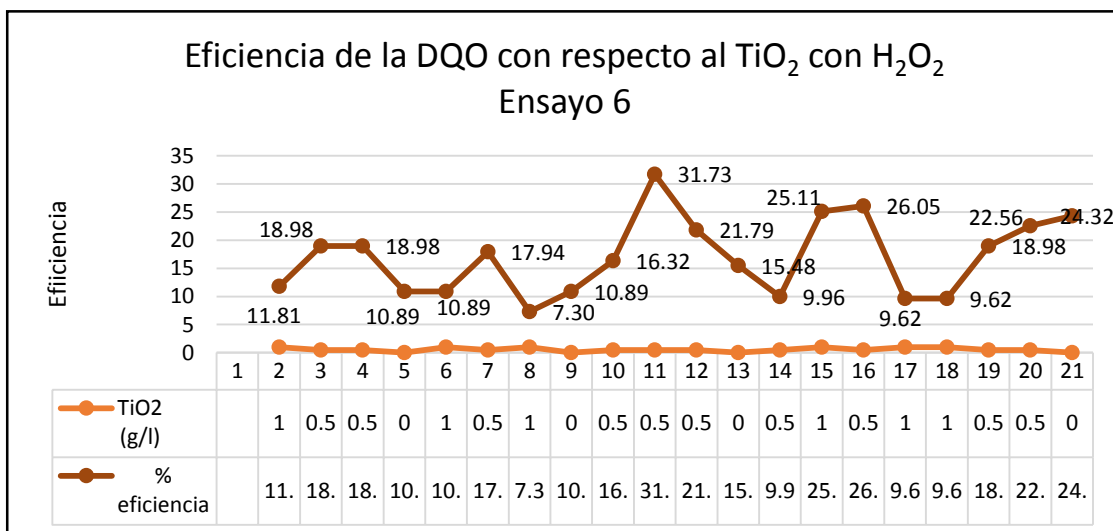
La figura N°26, muestran valores óptimos, que permiten minimizar el valor la DQO, con un 20.02% de eficiencia con una concentración igual al ensayo 3 de 1 g/l de TiO₂



Fuente: Elaboración Propia

Figura 27 . Degradación DQO vs TiO₂ sin H₂O₂

La figura N°27, muestran valores óptimos sin la presencia del H₂O₂, que permiten minimizar el valor la DQO, con un 32.06% de eficiencia con una concentración de 1g/l de TiO₂.

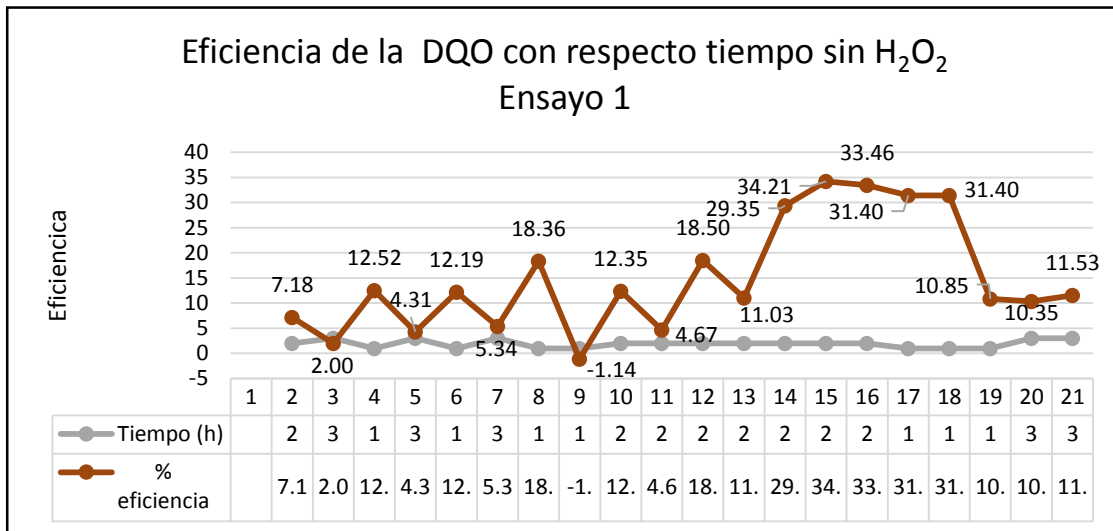


Fuente: Elaboración Propia

Figura 28. Degradación DQO vs TiO₂ con H₂O₂

La figura N°28, muestran valores óptimos, que permiten minimizar el valor la DQO, con un 31.73% de eficiencia con una concentración igual al ensayo 5 de 1 g/l de TiO₂.

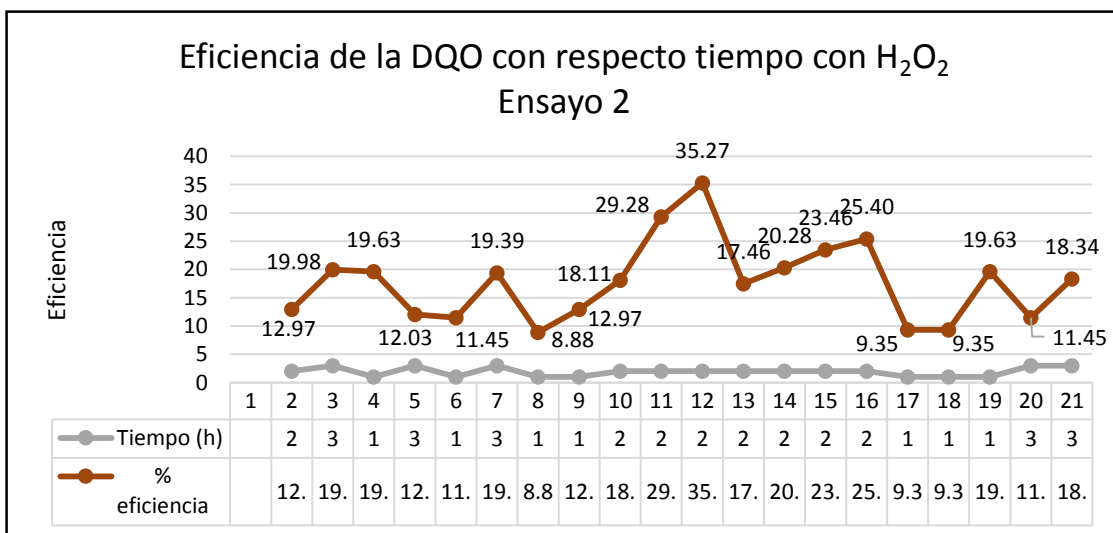
3.7. Resultados del Tiempo de degradación



Fuente: Elaboración Propia

Figura 29. Degradación DQO vs tiempo sin H₂O₂

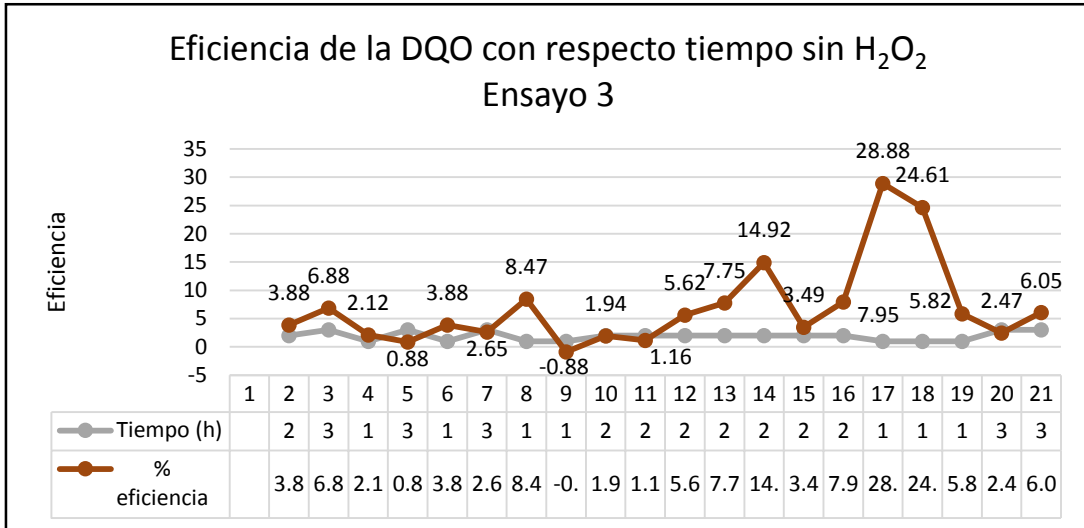
La figura N°29, muestran valores óptimos sin la presencia del H₂O₂, que permite evaluar el tiempo de degradación de la DQO, con un resultado favorable de degradación de 34.21% en 2 horas.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 30. Degradación DQO vs tiempo con H₂O₂

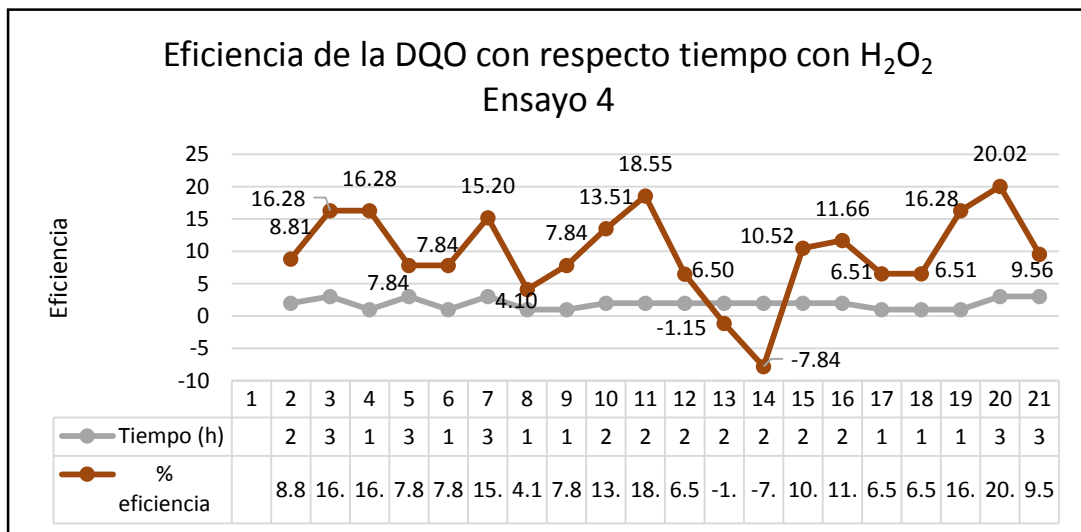
La figura N°30, muestran valores óptimos sin la presencia del H₂O₂, que permite evaluar el tiempo de degradación de la DQO, con un resultado favorable de degradación de 35.27% en 2 horas.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 31. Degradación DQO vs tiempo sin H₂O₂

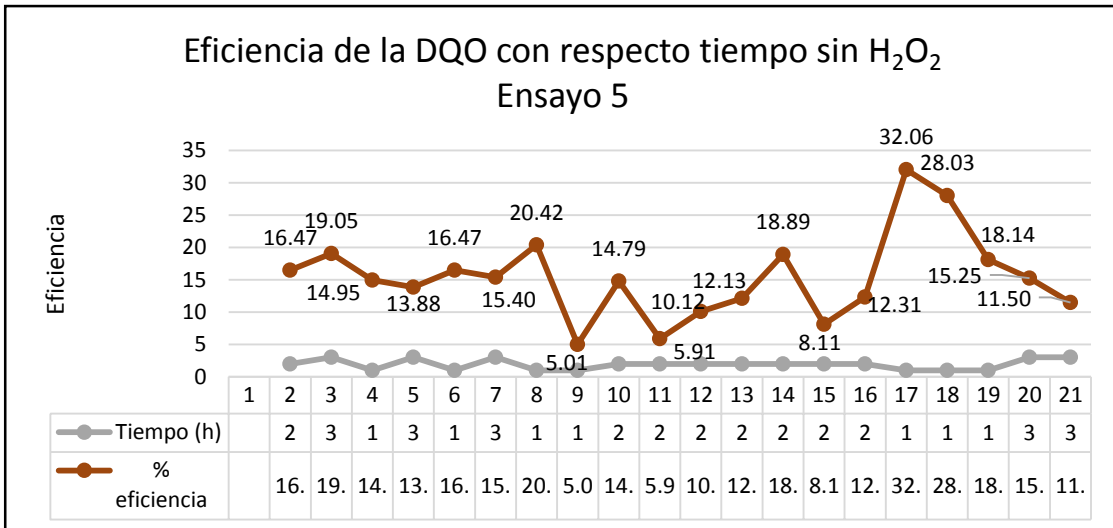
La figura N°31, muestran valores óptimos sin la presencia del H₂O₂, que permite evaluar el tiempo de degradación de la DQO, con un resultado favorable de degradación de 28.88% en 1 horas.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 32. Degradación DQO vs tiempo con H₂O₂

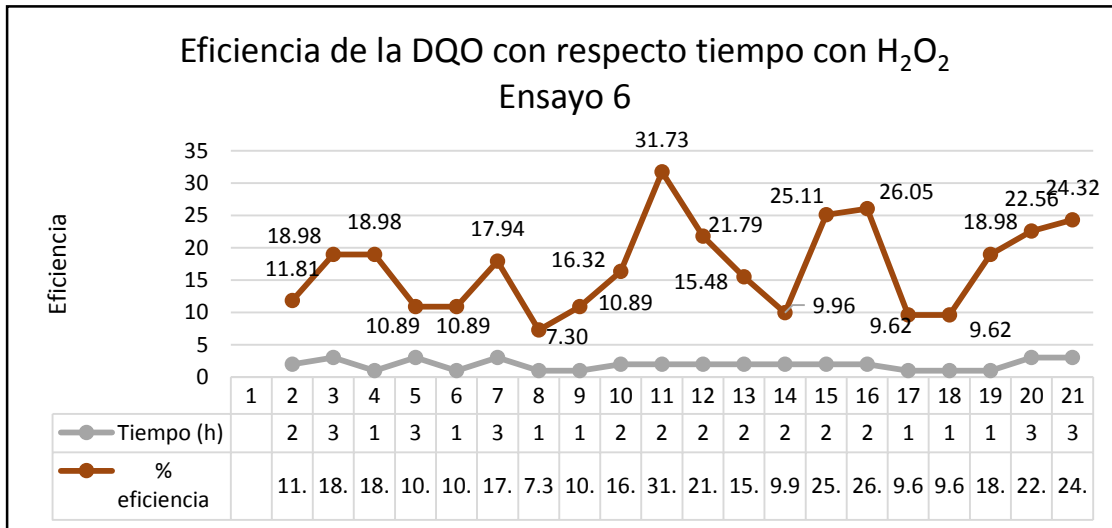
La figura N°32, muestran valores óptimos sin la presencia del H₂O₂, que permite evaluar el tiempo de degradación de la DQO, con un resultado favorable de degradación de 20.02% en 3 horas.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 33. Degradación DQO vs tiempo sin H₂O₂

La figura N°33, muestran valores óptimos sin la presencia del H₂O₂, que permite evaluar el tiempo de degradación de la DQO, con un resultado favorable de degradación de 32.06% en 1 horas.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 34. Degradación DQO vs tiempo con H₂O₂

La figura N°34, muestran valores óptimos sin la presencia del H₂O₂, que permite evaluar el tiempo de degradación de la DQO, con un resultado favorable de degradación de 31,73% en 2 horas.

IV DISCUSIÓN

IV. DISCUSIÓN

- La finalidad del presente trabajo de investigación fue determinar la eficiencia del proceso de oxidación fotocatalítica empleando el dióxido de titanio (TiO_2), en aguas residuales con cargas de contaminantes más elevadas como las de un hospital, obteniendo resultado como porcentajes de degradación de DQO sin presencia de H_2O_2 de 34.21% y 35.27% de la DQO con presencia de H_2O_2 . Según Gil, P., (2005) obtuvo resultado de degradación de la DQO sin presencia de H_2O_2 de 26.49% y con presencia de H_2O_2 de 41.8%, estas muestras de aguas residuales no sintéticas fueron tomadas de una lavandería industrial no hospitalaria, por lo que ambos resultados no son muy distantes de una eficiencia de degradación positiva.
- En un estudio pre-tratamiento realizado para determinar la concentración de carga de los contaminantes se verifico que los resultados iniciales eran superiores a los valores máximos admisibles (VMA), obteniendo como resultado parámetros como AyG de 323 mg/l, DBO de 745mg/l, SST de 512 mg/l, pH de 12, Tensoactivos de 18.87 mg/l, Nitrógeno amoniacal de 101 mg/l. superando el nivel admisible establecidos. L. Visitación (2004) determina que los detergentes domésticos de lavanderías e industriales presentan agentes tensoactivos comerciales adicionales como dodecibencensulfonato de sodio que sobre pasan los valores máximos admisibles. Revelando de esta manera coincidencia con los valores obtenidos que se muestran en la investigación.
- El nivel de concentración de dióxido de titanio que lograron degradar contaminantes en los residuos líquidos de la lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño fue de un máximo 1 g/l y un mínimo de 0.5 g/l. Este resultado fue muy cercano a lo establecido por Gil, P (2005) ya que muestran valores de concentraciones de Máximos de 0.8 g/l y mínimos de 0.6 g/l.

- El tiempo de recirculación conveniente para que el dióxido de titanio TiO_2 tuviera efecto en la eficiencia de degradación de los contaminantes en el agua residual del Instituto Nacional de Salud del Niño fue de 1 a 2 horas. Este resultado fue comparado con Gil, P (2005) ya que muestra valores de tiempos de recirculación similares de 2 horas como máximo y 1 hora mínimo.

V CONCLUSIÓN

V. CONCLUSIÓN

- Experimentalmente se comprobó que, si existe una eficiencia positiva en el proceso de oxidación fotocatalítica empleando como catalizador el TiO_2 , encontrando que el tiempo y la concentración del contaminante influye en la evolución y eficiencia del proceso de fotocátalisis.
- Se concluye que las condiciones adicionales de diversos tensoactivos (H_2O_2) utilizados en el proceso de la lavandería influye positivamente en el proceso de degradación de los contaminantes en el agua residual del Instituto Nacional de Salud del Niño
- La totalidad de cargas de contaminantes presentes en el agua residual de la lavandería inicialmente fueron superior durante el pre-tratamiento del proceso de oxidación fotocatalítica, posteriormente al tratamiento se determina que las concentraciones de cargas de contaminantes son admisibles para poder ser desechados al sistema de alcantarillado.
- Las condiciones de niveles de concentración obtenidas de los 6 ensayos con el tratamiento de oxidación fotocatalítica del agua residual de la lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja fueron: pH 4 y concentración de TiO_2 de 0.5 g/l - 1g/l.
- El tiempo conveniente obtenido de los 6 ensayos con el tratamiento de oxidación fotocatalítica del agua residual de la lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja fueron: 1 hora y 2 horas.
- Finalmente, el tratamiento permite una disminución de la carga de contaminantes del efluente al ensayar sobre aguas biocontaminados de un hospital, mostrando que es una técnica para mejorar las condiciones en efluentes de las aguas residuales.

VI RECOMENDACIÓN

VI. RECOMENDACIÓN

- Aplicar este sistema de proceso de oxidación fotocatalítica con TiO_2 en sustancias como colorantes, grasas, pesticidas y otras. Que puedan aportar a la mejora de la calidad del agua.
- Evaluar otros aditivos o catalizadores que podrían mejorar el tratamiento con TiO_2 en aguas residuales y sus posteriores efectos de degradación de cada uno.
- Probar el sistema de tratamiento por oxidación fotocatalítica a una radiación UV mayor a 32 W. de esta forma se podría obtener mayor eficiencia en la degradación, disminuyendo las concentraciones del TiO_2 y mejorando el tiempo de recirculación.
- Continuar la investigación sobre la permanencia del TiO_2 presente en el agua residual luego del tratamiento. Y su posterior degradación.

VII REFERENCIAS

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALEXANDRA ALÁRCÓN, Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes de la fase de teñido de la Curtiembre mediante un Sistema físico-químico basado en la oxidación avanzada con la ayuda del semiconductor TiO_2 en presencia de la luz UV. Quito (2014).
- CAROLAY GUARÍN, Fotocatálisis Heterogénea con TiO_2 para el tratamiento de desechos líquidos con presencia del indicador verde de bromocresol. Medellín (2011).
- EDISON GIL, Oxidación Fotocatalítica de aguas residuales de la industria de Lavandería utilizando TiO_2 como catalizador y luz UV. Universidad EAFIT de Bogotá: Colombia (2004). 25- 40p. ISSN 1794-9165.
- FUNDACIÓN CHILE, Procesos de Oxidación Avanzada, POA's. Gobierno de Chile. (2005).
- GEPEHO, Matriz de aspecto e Impacto Ambiental de Lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño: San Borja (2016). LA-MT-04 V01.
- GEPEHO, Plan Operativo Anual del Servicio de Lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño: San Borja (2016). DEGIOVIG-PL LAV-001.
- GLORIA RESTREPO, Evaluación del Tratamiento Fotocatalítico de Aguas Residuales Industriales Empleando Energía Solar. Universidad de Antioquia Medellín: Colombia (2008). 145-153p. ISSN 0012-7353.
- JULIAN BLANCO, Purificación de Aguas por Fotocatálisis Heterogénea, Estado del Arte. Comunidad Científica Internacional (2010).
- JAIME CARBAJO, Aplicación de la fotocatalisis solar a la degradación de contaminantes orgánicos en fase acuosa con catalizadores nanoestructurados de TiO_2 . Madrid (2013).
- LUIS FERNANDO, Degradación de Aguas Residuales de la Industria Textil por Medio de Fotocatálisis, Lasallista de Investigación – Vol. 2). (2005).
- LUIS FERNANDO, Fotodegradación sensibilizada con TiO_2 del colorante rojo rocoltive utilizando lámpara de luz UV, Producción más limpia, Vol. (I). (2006).

- LIZARDO FIGUEROA, Degradación Fotocatalítica de Detergentes en Efluentes Domésticos. Pontificia Universidad Católica del Perú: Perú. (2004).
- MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, Valores Máximos admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas. D.S. N° 021-2009-VIVIENDA.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua. D.S. N° 002-2008-MINAM.
- OFICINA DE EPIDEMIOLOGIA Y SALUD AMBIENTAL, Análisis de la situación de salud del Instituto Nacional de Salud del Niño, San Borja 2015. Perú: Lima.
- PILAR FERNANDEZ, Propiedades Coloidales de partículas de TiO₂ en aplicación al tratamiento fotocatalítico solar de agua. Granada (2003).
- RAFAEL TINOCO, Tratamiento de efluentes textiles con luz ultravioleta solar. Universidad Nacional Mayor de San Marcos: Perú (2011). 09-15p. ISSN: 1560-9146 (Impreso)/ ISSN: 1810-9993 (Electrónico).
- YOLANDA QUIROA, Estudio de las Sustancias Inorgánicas más usadas en la Industria Textil y la Importancia de su Conocimiento en los Ingenieros Industriales, Resolución Rectoral N° 2881-2010.
- AZAHARA ESPEJO MORÁN, Procesos de ozonación fotocatalítica para eliminar contaminantes emergentes en aguas residuales urbanas: España. (2016).
- RODRIGUEZ SOLIS RAFAEL, Oxidación fotocatalítica de herbicidas en agua mediante radiación de baja energía. Aplicación de catalizadores, ozono y promotores peroxídicos: España. (2016)
- DEZA, OSORIO Y MANRIQUE FAJARDO, Evaluación experimental de la degradación fotocatalítica del colorante Cibacron Navy H-2G empleando nanopartículas industriales de TiO₂. Universidad Nacional Mayor de San Marcos: Perú. Rev. Soc. Quim. Perú. 83(2) 2017

VIII ANEXO

VIII. ANEXOS

8.1. ANEXO 1: Datos generales del INSN-SB

UBICACIÓN	Ubicado en el distrito de San Borja, Av. Javier Prado Este 3166	EXTENSIÓN	16, 413.35 Km²
LIMITES			
NORTE	Av. Julio Bailetti		
SUR	Av. Javier Prado		
ESTE	Av. Rosa Toro		
OESTE	Calle Manuel Scorza		

Fuente: Elaborado por el departamento de Epidemiología y Salud Ambiental 2016.

8.2. ANEXO 2: Matriz de consistencia




“Proceso de oxidación fotocatalítica mediante TiO₂ y luz UV para el tratamiento del agua residual de la lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño, San Borja - 2017”

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
¿Cuál es la eficacia del Proceso de Oxidación Fotocatalítica mediante la influencia del TiO ₂ , para la degradación de los residuos líquidos biocontaminados generada por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017?	Determinar la eficiencia del proceso de oxidación fotocatalítica empleando el TiO ₂ , del agua residual biocontaminada generada por el servicio de lavandería del Instituto Nacional del Niño de San Borja, 2017.	El proceso de Oxidación fotocatalítica mediante el TiO ₂ , influye en la eficiencia de degradación de los residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017.	V. dependiente: Tratamiento de agua Residual Biocontaminada	Este residuo líquido es generado en el proceso de remojo y lavado de las prendas intra-hospitalarias . (Plan operativo anual 2017).	Esta variable será medida teniendo en cuenta la concentración del peróxido de hidrogeno, concentración de contaminante presentes en el agua residual generada por el servicio de lavandería, además de la concentración de TiO ₂ empleado y el tiempo de degradación.	Concentración de Peróxido de hidrogeno (H ₂ O ₂)	Cantidad agregada para tratamiento	mg/l
						Concentración de contaminantes	Carga biológica Carga Química Carga física	mg/l
						Concentración de TiO ₂ empleado	Porcentaje (%) de eficiencia Cantidad empleada en g/l	g/l
						Tiempo conveniente para la degradación	Tiempo de recirculación del tratamiento	h.

Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
¿Cuál es la concentración máxima de H ₂ O ₂ en el agua residual biocontaminada generada por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017?	Conocer la concentración máxima de H ₂ O ₂ presente en el agua residual del servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017.	La concentración máxima del H ₂ O ₂ (peróxido de hidrogeno) es mayor a los estándares de calidad del agua residual generados por el servicio de Lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017.	V. Independiente: Proceso de Oxidación fotocatalítica empleando TiO ₂	Este proceso es definido como la fotorreacción acelerada a través del uso de un catalizador que con ayuda de la luz UV, degrada los contaminantes. (E. Mejía Franco 2015).	Esta variable será medida teniendo en cuenta las dimensiones de la fotocatalisis ya que esta genera una extensión de bandas de valencia y conducción. Entre el catalizador y la luz UV.	Fotocatálisis	Concentración del catalizador TiO ₂ Luz ultravioleta (UV)	g/l
¿Cuál es la contracción de carga de los contaminantes presente en el agua residual generado por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017?	Conocer la concentración de carga de los contaminantes de las aguas residuales generadas por el servicio de lavandería el Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017.	Es elevada la carga de los contaminantes de las aguas residuales generadas por el servicio de lavandería del Instituto Nacional del Niño de San Borja, 2017.						

<p>¿Cuáles son los niveles de concentración adecuadas del TiO₂ para degradar los residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017?</p>	<p>Conocer los niveles de concentraciones de TiO₂ que degradaran los residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017.</p>	<p>Los niveles de concentraciones del TiO₂, serán mayores 1 g/l para la degradación de los residuos Líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional del Niño de San Borja, 2017.</p>						
<p>¿Cuál tiempo conveniente para que el TiO₂ lograra la mayor degradación de la carga orgánica y química de sus residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017?</p>	<p>Conocer el tiempo conveniente que el TiO₂ lograra la degradación de la carga orgánica y química de los residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de Lavandería del Instituto Nacional de Salud del Niño de San Borja, 2017.</p>	<p>El tiempo conveniente para la degradación de la carga orgánica y química de los residuos líquidos biocontaminados generados por el servicio de Lavandería del Instituto Nacional del Niño de San Borja, 2017, serán de 3 a 4 horas.</p>						

8.3. ANEXO 3: Resultados de análisis pre-tratamiento (19-05-2017)

 AGQ <small>Labs & Technological Services</small>	INFORME DE ENSAYO		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL DA CON REGISTRO N° LE.072	 <small>DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado</small>												
	<small>Registro N.º LE-072</small>															
Nº de Referencia: A-17/13500 Análisis: A-0095-PE	Registrada en: AGQ Perú Centro Análisis: AGQ Perú	Cliente: ANTONY TOLENTINO CASTILLO Domicilio: AV. JAVIER PRADO ESTE 3166 DIST. SAN BORJA														
Tipo Muestra: Agua Residual de Lavandería Fecha Inicio: 19/05/2017 Descripción: COD-2	Fecha Recepción: 19/05/2017 Fecha Fin: 25/05/2017	Contrato: PE17-0775-AMB Cliente 3º: ---														
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Fecha/Hora Muestreo:</td> <td>19/05/2017 10:00</td> <td>Muestreado por:</td> <td>Cliente</td> </tr> <tr> <td>Lugar de Muestreo:</td> <td colspan="3">INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO, SB</td> </tr> <tr> <td>Punto de Muestreo:</td> <td colspan="3">COD-2</td> </tr> </table>					Fecha/Hora Muestreo:	19/05/2017 10:00	Muestreado por:	Cliente	Lugar de Muestreo:	INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO, SB			Punto de Muestreo:	COD-2		
Fecha/Hora Muestreo:	19/05/2017 10:00	Muestreado por:	Cliente													
Lugar de Muestreo:	INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO, SB															
Punto de Muestreo:	COD-2															
<p>A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.</p> <p>Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un período determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este período, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.</p>																
 P.A.																
Yoel Ifigo COP 826 Resp. Lab. Inorgánico FECHA EMISIÓN: 25/05/2017																
OBSERVACIONES: HORA DE RECEPCIÓN: 14:200 H. / LUGAR DE MUESTREO: REGISTRO N° 34, TAPA DE DESFOGUE DE AGUA DE USO DE LAVADO DE ROPA HOSPITALARIA/ SAN BORJA RESULTADO DE ANALISIS DE AGUAS POST LAVADO.																
AGQ PERU, S.A.C. Av. Santa Rosa 511 La Perla - Calleo Lima, Lima, PERU T: (511) 710 27 00 F: (511) 718 30 94 operacionesperu@agq.com.pe www.agqlabs.com																



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO Nº LE-072



Registro N.º LE-072

Nº de Referencia: A-17/13300
Descripción: COD-2

Tipo Muestra: **Agua Residual de lavandería**
Fecha Fin: 24/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Otros Parámetros Físico-Químicos				
Aceites y Grasas	323	± 22 %	mg/L	
DBO5	745	± 12 %	mg/L	
DQO	232	± 4 %	mg/L	
Sólidos Suspendidos Totales	512	± 13 %	mg/L	
pH	12			
Temperatura	42		°C	
Tensoactivos	18.87	± 12 %	mg/l	
Nitrógeno Amoniacal	101	± 2 %	Mg/l	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Santa Rosa 511 La Perla - Callao Lima, Lima, PERU

T: (511) 710 27 00

F: (511) 718 30 94

operacionesperu@agq.com.pe

www.agqlabs.com

2/3



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE-072

NE de Referencia: A-17/13500
Descripción: COD-2

Tipo Muestra: Agua Residual de lavandería
Fecha Fin: 24/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Otros Parámetros Físico-Químicos				
Aceites y Grasas	SM 5520 B.	Gravimetría		2,2 - 1 000 mg/L
DBO5	SM 5210B Ed 22	Electrometría		1,07 - 10 000 mg/L
DQO	SM 5220D Ed 22	Espect UV-VIS		8,00 - 5 000 mg/L
Sólidos Suspendedos Totales	SM 2540 D	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
pH	SM 4500-HH	Potenciometro		6-9
Temperatura	SM 2550 A,B	Termometrico		<35 °C
Tensoactivos	SM 5540 C	SAAM		13,54 - 18,87 mg/L
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500-NH3 D	Electrometría		80 mg/L

El rango mínimo es correspondiente con el límite de determinación, a partir del cual se verifican.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Santa Rosa 311 La Perla - Callao Lima, Lima, PERU

T: (311) 710 27 00

F: (311) 718 30 94

operacionesperu@agq.com.pe

www.agqlabs.com

3/3

8.4. ANEXO 4: Resultados de análisis post-tratamiento (20-09-2017)

	INFORME DE ENSAYO		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072													
	Registro N° LE - 072															
N° de Referencia: A-17/24800 Análisis: A-0178-PE	Registrada en: AGQ Perú Centro Análisis: AGQ Perú	Cliente: ANTONY TOLENTINO CASTILLO Domicilio: AV. JAVIER PRADO ESTE 3166 DIST. SAN BORJA														
Tipo Muestra: Agua Residual de Lavandería Fecha Inicio: 20/09/2017 Descripción: COD-2	Fecha Recepción: 20/09/2017 Fecha Fin: 27/09/2017	Contrato: PE17-0775-AMB Cliente 3º: INSTITUTO DEL NIÑO, SAN BORJA														
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Fecha/Hora Muestreo:</td> <td>20/09/2017 09:00</td> <td>Muestreado por:</td> <td>Cliente</td> </tr> <tr> <td>Lugar de Muestreo:</td> <td colspan="3">INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO, SB - LAVANDERIA</td> </tr> <tr> <td>Punto de Muestreo:</td> <td colspan="3">COD-2</td> </tr> </table>					Fecha/Hora Muestreo:	20/09/2017 09:00	Muestreado por:	Cliente	Lugar de Muestreo:	INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO, SB - LAVANDERIA			Punto de Muestreo:	COD-2		
Fecha/Hora Muestreo:	20/09/2017 09:00	Muestreado por:	Cliente													
Lugar de Muestreo:	INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO, SB - LAVANDERIA															
Punto de Muestreo:	COD-2															
<p>A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.</p> <p>Los Resultados emitidos en este Informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.</p>																
																
Yoel Illijo COP 826 Resp. Lab. Inorgánico FECHA EMISIÓN: 27/09/2017																
OBSERVACIONES: HORA DE RECEPCIÓN: 09:00 H. / LUGAR DE MUESTREO: ENTRAGA DE 8 LITROS DE MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL DE USO LAVADO DE ROPA HOSPITALARIA/ SAN BORJA RESULTADO DE ANALISIS DE AGUA RESIDUAL TRATADA EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU.																
AGQ PERU, S.A.C. Av. Santa Rosa 511 La Perla - Callao Lima, PERU				1/3												
		T: (511) 710 27 00	F: (511) 718 30 94	operacionesperu@agq.com.pe www.agqlabs.com												

Nº de Referencia: A-17/24800
Descripción: COD-2

Tipo Muestra: Agua Residual **tranda de lavanderia**
Fecha Fin: 27/09/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
<i>Otros Parámetros Físico-Químicos</i>				
Aceites y Grasas	134	± 22 %	mg/L	
DBO5	501	± 12 %	mg/L	
DQO	124.9	± 4 %	mg/L	
Sólidos Suspensos Totales	324	± 13 %	mg/L	
pH	6.42			
Temperatura	21		°C	
Tensoactivos	14.2	± 12 %	mg/l	
Nitrógeno Amoniacal	78	± 2 %	Mg/l	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO Nº LE-072



Registro N.º LE-072

Nº de Referencia: A-17/24800
Descripción: COD-2

Tipo Muestra: Agua Residual tratada de Inundación
Fecha Fin: 27/09/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Otros Parámetros Físico-Químicos				
Aceites y Grasas	SM 5520 B.	Gravimetría		2,2 - 1 000 mg/L
DBO5	SM 5210B Ed 22	Electrometría		1,07 - 10 000 mg/L
DQO	SM 5220D Ed 22	Espect. UV-VIS		8,00 - 3 000 mg/L
Sólidos Suspendedos Totales	SM 2540 D	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
pH	SM 4500-H+	Potenciometro		6-9
Temperatura	SM 2550 A,B	Termometrico		<35 °C
Tensoactivos	SM 5540 C	SAAM		13,54 - 18,87 mg/L
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500-NH3 D	Electrometría		80 mg/L

El rango máximo corresponde con el límite de licenciamiento, a partir del cual comienza.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Santa Rosa 311 La Perla - Callao Lima, Lima, PERU

T: (511) 710 27 00

F: (511) 718 30 94

operacionesperu@agq.com.pe

www.agqlabs.com

3/3

8.5. ANEXO 5: Resultados de análisis post-tratamiento (16-10-2017)

	INFORME DE ENSAYO		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072	
N° de Referencia: A-17/36350 Análisis: A-0478-PE	Registrada en: AGQ Perú Centro Análisis: AGQ Perú	Cliente: ANTONY TOLENTINO CASTILLO Domicilio: AV. JAVIER PRADO ESTE 3166 DIST. SAN BORJA		
Tipo Muestra: Agua Residual de Lavandería Fecha Inicio: 16/10/2017 Descripción: COD-2	Fecha Recepción: 16/10/2017 Fecha Fin: 23/10/2017	Contrato: PE17-0775-AMB Cliente 3º: INSTITUTO DEL NIÑO, SAN BORJA		
Fecha/Hora Muestreo: 16/10/2017 14:00 Lugar de Muestreo: INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO, SB - LAVANDERÍA Punto de Muestreo: COD-2	Muestreado por: Cliente			
<p>A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.</p> <p>Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.</p>				
				
Yoel Illigo COP 826 Resp. Lab. Inorgánico				
FECHA EMISIÓN: 23/10/2017				
OBSERVACIONES: HORA DE RECEPCIÓN: 14:00 H. / LUGAR DE MUESTREO: ENTREGA DE 8 LITROS DE MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL DE USO LAVADO DE ROPA HOSPITALARIA/ SAN BORJA RESULTADO DE ANALISIS DE AGUA RESIDUAL TRATADA EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU.				
AGQ PERU, S.A.C. Av. Santa Rosa 511 La Perla - Callao Lima, Lima, PERU				1/3
T: (511) 710 27 00 F: (511) 718 30 94				operacionesperu@agq.com.pe www.agqlabs.com



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE-072

Nº de Referencia: A-17/36350
Descripción: COD-2

Tipo Muestra: Agua Residual tomada de lavandería
Fecha Fin: 23/10/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Otros Parámetros Físico-Químicos				
Aceites y Grasas	145	± 22 %	mg/L	
DBO5	500	± 12 %	mg/L	
DQO	634	± 4 %	mg/L	
Sólidos Suspensos Totales	319	± 13 %	mg/L	
pH	5.88			
Temperatura	20		°C	
Tensoactivos	13.67	± 12 %	mg/l	
Nitrógeno Amoniacal	77	± 2 %	Mg/l	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legistado.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Santa Rosa 511 La Perla - Callao Lima, Lima, PERU

T: (511) 710 27 00

F: (511) 718 30 94

operacionesperu@agq.com.pe

www.agqlabs.com

2/3

Nº de Referencia: A-17/36330
Descripción: COD-2

Tipo Muestra: Agua Residual tratada de lavandería
Fecha Fin: 23/10/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Otros Parámetros Físico-Químicos				
Aceites y Grasas	SM 5520 B.	Gravimetría		2,2 - 1 000 mg/L
DBO5	SM 5210B Ed 22	Electrometría		1,07 - 10 000 mg/L
DQO	SM 5220D Ed 22	Espect UV-VIS		8,00 - 3 000 mg/L
Sólidos Suspendedos Totales	SM 2540 D	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
pH	SM 4500-H+	Potenciometro		6-9
Temperatura	SM 2550 A,B	Termometrico		<35 °C
Tensoactivos	SM 5540 C	SAAM		13,54 - 18,87 mg/L
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500-NH3 D	Electrometría		80 mg/L

(*) El responsable es responsable con el título de determinación, a partir del cual clasificamos.

8.6. ANEXO 6: Resultados de análisis post-tratamiento (19-10-2017)

		INFORME DE ENSAYO		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072			
Nº de Referencia: A-17/42800 Análisis: A-0634-PE		Registrada en: AGQ Perú Centro Análisis: AGQ Perú		Cliente: ANTONY TOLENTINO CASTILLO Domicilio: AV. JAVIER PRADO ESTE 3166 DIST. SAN BORJA			
Tipo Muestra: Agua Residual de Lavandería Fecha Inicio: 19/10/2017 Descripción: COD-2		Fecha Recepción: 20/10/2017 Fecha Fin: 27/10/2017		Contrato: PE17-0775-AMB Cliente 3º: INSTITUTO DEL NIÑO, SAN BORJA			
Fecha/Hora Muestreo: 19/10/2017 20:00		Muestreado por: Ciente					
Lugar de Muestreo: INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO, SB - LAVANDERIA		Punto de Muestreo: COD-2					
<p>A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.</p>							
<p>Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.</p>							
							
Yoel Illigo COP 826 Resp. Lab. Inorgánico							
FECHA EMISIÓN: 27/10/2017							
OBSERVACIONES: HORA DE RECEPCION: 9:00 H. / LUGAR DE MUESTREO: ENTREGA DE 8 LITROS DE MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL DE USO LAVADO DE ROPA HOSPITALARIA/ SAN BORJA RESULTADO DE ANALISIS DE AGUA RESIDUAL TRATADA EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU.							
AGQ PERU, S.A.C. Av. Santa Rosa 511 La Perla - Callao Lima, Lima, PERU T: (511) 710 27 00 F: (511) 718 30 94 operacionesperu@agq.com.pe www.agqlabs.com							



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO Nº LE-072



Registro N.º LE-072

Nº de Referencia: A-17/42800
Descripción: COD-2

Tipo Muestra: Agua Residual tratada de lavandería
Fecha Fin: 27/10/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Otros Parámetros Físico-Químicos				
Aceites y Grasas	234	± 22 %	mg/L	
DBO5	478	± 12 %	mg/L	
DQO	643	± 4 %	mg/L	
Sólidos Suspensos Totales	312	± 13 %	mg/L	
pH	6.5			
Temperatura	20		°C	
Tensoactivos	13	± 12 %	mg/l	
Nitrógeno Amoniacal	68	± 2 %	Mg/l	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Registrado.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Santa Rosa 511 La Perla - Calleo Lima, Lima, PERU

T: (511) 710 27 00

F: (511) 718 30 94

operacionesperu@agq.com.pe

www.agqlabs.com

2/3

Nº de Referencia: A-17/42800
Descripción: COD-2

Tipo Muestra: Agua Residual tratada de lavandería
Fecha Fin: 27/10/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Otros Parámetros Físico-Químicos				
Aceites y Grasas	SM 5520 B.	Gravimetría		2,2 - 1 000 mg/L
DBO5	SM 5210B Ed 22	Electrometría		1,07 - 10 000 mg/L
DQO	SM 5220D Ed 22	Espect UV-VIS		8,00 - 5 000 mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540 D	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
pH	SM 4500-H+	Potenciometro		6-9
Temperatura	SM 2550 A,B	Termometrico		<35 °C
Tensoactivos	SM 5540 C	SAAM		13,54 - 18,87 mg/L
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500-NH3 D	Electrometría		80 mg/L

(*) El rango mínimo corresponde con el Límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

8.7. ANEXO 7: Fotografías

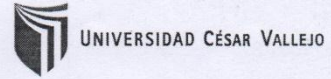




Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI

IX. INSTRUMENTOS




Formato N° 1

Ficha del área de Lavandería

Zona de Estudio:	
Fecha:	Plano del área de Estudio
Coordenadas UTM:	
Temperatura °C:	
Humedad Relativa:	
Frecuencia de monitoreo de agua residual: (existe o no)	

Fuente: Elaboración propia

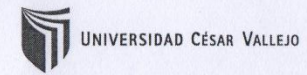
 **DAELVA SERVAN MARCO**
INGENIERO SANITARIO
CIP 120264

[Signature]
Dr. Jhonny Valverde F
CIP 79862

[Signature]
CIP. 71998

Fuente: Elaboración propia

Formato N° 5



Ficha de resultados de ensayos experimentales

Ensayos	TIO ₂	Tiempo	pH	DQO inicial	pH	DQO final	%
N	(g/l)	(h)	inicial	(mg/lO ₂)	final	(mg/lO ₂)	degradación

Fuente: Elaboración propia



BAETA SERVAN
INGENIERO SANITARIO
CIP 120264

[Handwritten signature]
Dr. Juan Carlos Flores
CIP. 71490

[Handwritten signature]
Dr. Jhonny Valverde Flores
CIP 79862

Fuente: Elaboración propia

Ficha de seguimiento para ensayos 20-09-2017



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Formato N° 4

Ficha de seguimiento para ensayos

Ensayo	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	Ph inicial
(01) 20-09	1	2	8
(02) 20-09	0,5	3	4
(03) 20-09	0,5	1	8
(04) 20-09	0	3	6
(05) 20-09	1	1	6
(06) 20-09	0,5	3	8
(07) 20-09	1	1	6
(08) 20-09	0	1	6
(09) 20-09	0,5	2	4
(10) 20-09	0,5	2	6
(11) 20-09	0	2	4
(12) 20-09	0	2	8
(13) 20-09	0,5	2	6
(14) 20-09	1	2	4
(15) 20-09	0,5	2	6
(16) 20-09	1	1	6
(17) 20-09	1	1	6
(18) 20-09	0,5	1	8
(19) 20-09	0,5	3	4
(20) 20-09	0	3	6

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Ficha de seguimiento para ensayos 16-10-2017



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Formato N° 4

Ficha de seguimiento para ensayos

Ensayo	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	Ph inicial
(01) 16-10	1	2	8
(02) 16-10	0,5	3	4
(03) 16-10	0,5	1	8
(04) 16-10	0	3	6
(05) 16-10	1	1	6
(06) 16-10	0,5	3	8
(07) 16-10	1	1	6
(08) 16-10	0	1	6
(09) 16-10	0,5	2	4
(10) 16-10	0,5	2	6
(11) 16-10	0	2	4
(12) 16-10	0	2	8
(13) 16-10	0,5	2	6
(14) 16-10	1	2	4
(15) 16-10	0,5	2	6
(16) 16-10	1	1	6
(17) 16-10	1	1	6
(18) 16-10	0,5	1	8
(19) 16-10	0,5	3	4
(20) 16-10	0	3	6

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Ficha de seguimiento para ensayos 19-10-2017



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Formato N° 4

Ficha de seguimiento para ensayos

Ensayo	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	Ph inicial
(01) 19-10	1	2	8
(02) 19-10	0,5	3	4
(03) 19-10	0,5	1	8
(04) 19-10	0	3	6
(05) 19-10	1	1	6
(06) 19-10	0,5	3	8
(07) 19-10	1	1	6
(08) 19-10	0	1	6
(09) 19-10	0,5	2	4
(10) 19-10	0,5	2	6
(11) 19-10	0	2	4
(12) 19-10	0	2	8
(13) 19-10	0,5	2	6
(14) 19-10	1	2	4
(15) 19-10	0,5	2	6
(16) 19-10	1	1	6
(17) 19-10	1	1	6
(18) 19-10	0,5	1	8
(19) 19-10	0,5	3	4
(20) 19-10	0	3	6

Fuente: Elaboración propia

84



BAELLA SERVAN MARCO
INGENIERO SANITARIO
CIP 120264

Fuente: Elaboración propia

Formato N° 5

Ficha de resultados de ensayos experimentales 20-09-2017



Formato N° 5

Ficha de resultados de ensayos experimentales

Ensayo N	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/lO ₂)	pH final	DQO final (mg/lO ₂)	% eficiencia
(01) 20-09 con H ₂ O ₂	1	2	9	856	7,65	745	12,97
(02) 20-09 con H ₂ O ₂	0,5	3	6	856	5,36	685	19,98
(03) 20-09 con H ₂ O ₂	0,5	1	9	856	7,01	688	19,63
(04) 20-09 con H ₂ O ₂	0	3	8	856	7,1	753	12,03
(05) 20-09 con H ₂ O ₂	1	1	8	856	6,03	758	11,45
(06) 20-09 con H ₂ O ₂	0,5	3	9	856	7,89	690	19,39
(07) 20-09 con H ₂ O ₂	1	1	8	856	7,04	780	8,88
(08) 20-09 con H ₂ O ₂	0	1	8	856	5,6	745	12,97
(09) 20-09 con H ₂ O ₂	0,5	2	6	856	4,34	701	18,11
(10) 20-09 con H ₂ O ₂	0,5	2	8	567	6,56	401	29,28
(11) 20-09 con H ₂ O ₂	0,5	2	6	567	4,57	367	35,27
(12) 20-09 con H ₂ O ₂	0	2	9	567	7,8	468	17,46
(13) 20-09 con H ₂ O ₂	0,5	2	8	567	6,48	452	20,28

84



BAELLA SERVAN MARCO
INGENIERO SANITARIO
CIP 120264

Fuente: Elaboración propia

Ensayo N	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/IO ₂)	pH final	DQO final (mg/IO ₂)	% eficiencia
(14) 20-09 con H ₂ O ₂	1	2	6	567	4,68	434	23,46
(15) 20-09 con H ₂ O ₂	0,5	2	8	567	6,36	423	25,40
(16) 20-09 con H ₂ O ₂	1	1	8	856	6,03	776	9,35
(17) 20-09 con H ₂ O ₂	1	1	8	856	6,46	776	9,35
(18) 20-09 con H ₂ O ₂	0,5	1	9	856	6,8	688	19,63
(19) 20-09 con H ₂ O ₂	0,5	3	6	856	5,24	758	11,45
(20) 20-09 con H ₂ O ₂	0	3	8	567	7,57	463	18,34

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Formato N° 5
Ficha de resultados de ensayos experimentales

Ensayo N	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/10 ₂)	pH final	DQO final (mg/10 ₂)	% eficiencia
(01) 20-09 SIN H ₂ O ₂	1	2	9	599	7,45	556	7,18
(02) 20-09 SIN H ₂ O ₂	0,5	3	6	599	5,35	587	2,00
(03) 20-09 SIN H ₂ O ₂	0,5	3	9	789	7,01	524	12,52
(04) 20-09 SIN H ₂ O ₂	0	3	8	599	6,57	755	4,37
(05) 20-09 SIN H ₂ O ₂	3	3	8	599	7,01	526	12,19
(06) 20-09 SIN H ₂ O ₂	0,5	3	9	599	7,35	567	5,34
(07) 20-09 SIN H ₂ O ₂	3	3	8	599	7,01	489	18,36
(08) 20-09 SIN H ₂ O ₂	0	3	8	789	6,35	798	-1,14
(09) 20-09 SIN H ₂ O ₂	0,5	2	6	599	5,78	525	12,35
(10) 20-09 SIN H ₂ O ₂	0,5	2	8	535	7,56	510	4,67
(11) 20-09 SIN H ₂ O ₂	0	2	6	535	5,65	436	18,50
(12) 20-09 SIN H ₂ O ₂	0	2	9	535	8,04	476	11,03
(13) 20-09 SIN H ₂ O ₂	0,5	2	8	535	7,04	378	29,35

Fuente: Elaboración propia

Ensayo N	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/IO ₂)	pH final	DQO final (mg/IO ₂)	% eficiencia
(14) 20-09 sin H ₂ O ₂	1	2	6	535	5,35	352	34,21
(15) 20-09 sin H ₂ O ₂	0,5	2	8	535	7,35	356	33,46
(16) 20-09 sin H ₂ O ₂	1	1	8	535	7,21	367	31,40
(17) 20-09 sin H ₂ O ₂	1	1	8	535	7,23	367	31,40
(18) 20-09 sin H ₂ O ₂	0,5	1	9	599	7,07	534	10,85
(19) 20-09 sin H ₂ O ₂	0,5	3	6	599	5,98	537	10,35
(20) 20-09 sin H ₂ O ₂	0	3	8	789	7,06	698	11,53

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Formato N° 5

Ficha de resultados de ensayos experimentales 16-10-2017



Formato N° 5

Ficha de resultados de ensayos experimentales

Ensayo N	TiO2 (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/lO ₂)	pH final	DQO final (mg/lO ₂)	% eficiencia
(01) 16-10 sin H ₂ O ₂	↓	2	8	567	7,02	545	3,88
(02) 16-10 sin H ₂ O ₂	0,5	3	8	567	7,35	528	6,88
(03) 16-10 sin H ₂ O ₂	0,5	↓	7	567	6,65	555	2,12
(04) 16-10 sin H ₂ O ₂	0	3	9	567	8,07	562	0,88
(05) 16-10 sin H ₂ O ₂	↓	↓	7	567	6,65	545	3,88
(06) 16-10 sin H ₂ O ₂	0,5	3	7	567	6,47	552	2,65
(07) 16-10 sin H ₂ O ₂	↓	↓	5	567	4,56	514	8,47
(08) 16-10 sin H ₂ O ₂	0	↓	6	678	5,78	684	-0,88
(09) 16-10 sin H ₂ O ₂	0,5	2	7	567	6,45	556	↓,94
(10) 16-10 sin H ₂ O ₂	0,5	2	8	516	7,56	510	↓,96
(11) 16-10 sin H ₂ O ₂	0	2	5	516	4,86	487	5,62
(12) 16-10 sin H ₂ O ₂	0	2	8	516	7,36	476	7,75
(15) 16-10 sin H ₂ O ₂	0,5	2	7	516	6,89	439	14,92

84



BAELLA SERVAN MARCO
INGENIERO SANITARIO
EIP 120264

Fuente: Elaboración propia

Ensayo N	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/lO ₂)	pH final	DQO final (mg/lO ₂)	% eficiencia
(14) 10-10 Sin H ₂ O ₂	3	2	7	516	6,47	498	3,49
(15) 10-10 Sin H ₂ O ₂	0,5	2	9,	516	8,68	475	7,95
(16) 10-10 Sin H ₂ O ₂	3	3	9	516	7,21	367	28,88
(17) 10-10 Sin H ₂ O ₂	3	3	9	516	7,23	389	24,61
(18) 10-10 Sin H ₂ O ₂	0,5	3	8	567	7,56	534	5,82
(19) 10-10 Sin H ₂ O ₂	0,5	3	7	567	6,99	553	2,47
(20) 10-10 Sin H ₂ O ₂	0	3	9	678	7,06	637	6,05

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Formato N° 5

Ficha de resultados de ensayos experimentales

Ensayo N	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/10 ₂)	pH final	DQO final (mg/10 ₂)	% eficiencia
(01) 16-10 con H ₂ O ₂	3	2	8	829	7,26	756	8,81
(02) 16-10 con H ₂ O ₂	0,5	3	8	829	5,48	694	16,28
(03) 16-10 con H ₂ O ₂	0,5	1	7	829	6,84	694	18,28
(04) 16-10 con H ₂ O ₂	0	3	9	829	7,67	764	7,84
(05) 16-10 con H ₂ O ₂	1	1	7	829	6,34	764	7,84
(06) 16-10 con H ₂ O ₂	0,5	3	7	829	7,56	703	15,20
(07) 16-10 con H ₂ O ₂	3	1	5	829	7,05	795	4,10
(08) 16-10 con H ₂ O ₂	0	1	6	829	5,8	764	7,84
(09) 16-10 con H ₂ O ₂	0,5	2	7	829	4,67	717	13,51
(10) 16-10 con H ₂ O ₂	0,5	2	8	523	6,87	426	18,55
(11) 16-10 con H ₂ O ₂	0,5	2	5	523	5,73	489	6,5
(12) 16-10 con H ₂ O ₂	0	2	8	523	8	529	-1,15
(13) 16-10 con H ₂ O ₂	0,5	2	7	523	6,83	564	-7,84

Fuente: Elaboración propia

Ensayo N	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/1O ₂)	pH final	DQO final (mg/1O ₂)	% eficiencia
(14) 16-10 / Co _u H ₂ O ₂	1	2	7	523	5,02	468	10,52
(15) 16-10 / Co _u H ₂ O ₂	0,5	2	9	523	6,58	462	11,66
(16) 18-10 / Co _u H ₂ O ₂	1	1	9	829	6,14	775	6,51
(17) 18-10 / Co _u H ₂ O ₂	1	1	9	829	6,65	775	6,51
(18) 18-10 / Co _u H ₂ O ₂	1	1	8	829	7,01	694	16,78
(19) 16-10 / Co _u H ₂ O ₂	3	3	7	829	5,56	668	20,02
(20) 16-10 / Co _u H ₂ O ₂	3	3	9	523	7,86	493	9,56

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Ficha de resultados de ensayos experimentales 19-10-2017



Formato N° 5

Ficha de resultados de ensayos experimentales

Ensayo N	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/lO ₂)	pH final	DQO final (mg/lO ₂)	% eficiencia
(01) 19-10 Con H ₂ O ₂	1	2	8	865	7,12	763	11,81
(02) 19-10 Con H ₂ O ₂	0,5	3	8	865	4,84	701	18,98
(03) 19-10 Con H ₂ O ₂	0,5	3	7	865	6,25	701	18,98
(04) 19-10 Con H ₂ O ₂	0	3	9	865	7,03	771	10,89
(05) 19-10 Con H ₂ O ₂	1	3	7	865	5,7	771	10,89
(06) 19-10 Con H ₂ O ₂	0,5	3	7	865	6,92	710	17,94
(07) 19-10 Con H ₂ O ₂	3	3	5	865	6,41	802	7,30
(08) 19-10 Con H ₂ O ₂	0	3	6	865	5,16	771	10,89
(09) 19-10 Con H ₂ O ₂	0,5	2	7	865	4,03	724	16,32
(10) 19-10 Con H ₂ O ₂	0,5	2	8	634	6,23	433	31,73
(11) 19-10 Con H ₂ O ₂	0,5	2	5	634	5,09	496	21,79
(12) 19-10 Con H ₂ O ₂	0	2	8	634	7,36	536	15,48
(13) 19-10 Con H ₂ O ₂	0,5	2	7	634	6,19	571	9,96

84



BAELLA SERVAN MARCO
INGENIERO SANITARIO
CIP 120264

Fuente: Elaboración propia

Ensayo N	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/IO ₂)	pH final	DQO final (mg/IO ₂)	% eficiencia
(14) 19-10 / Con H ₂ O ₂	1	2	7	634	4,38	475	25,11
(15) 19-10 / Con H ₂ O ₂	0,5	2	9	634	5,94	469	26,05
(16) 19-10 / Con H ₂ O ₂	1	3	9	865	5,5	782	9,62
(12) 19-10 / Con H ₂ O ₂	1	3	9	865	6,07	782	9,62
(18) 19-10 / Con H ₂ O ₂	0,5	3	8	865	6,4	701	18,98
(19) 19-10 / Con H ₂ O ₂	0,5	3	7	865	4,92	670	22,56
(20) 19-10 / Con H ₂ O ₂	0	3	9	634	7,22	480	24,32

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Formato N° 5

Ficha de resultados de ensayos experimentales

Ensayo N	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/lO ₂)	pH final	DQO final (mg/lO ₂)	% eficiencia
(01) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	1	2	8	658	6,49	550	16,47
(02) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0,5	3	8	658	6,82	533	19,05
(03) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0,5	1	7	658	6,12	560	14,95
(04) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0	3	9	658	7,54	567	13,88
(05) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	1	3	7	658	6,12	550	16,47
(06) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0,5	3	7	658	5,94	557	15,40
(07) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	1	3	5	658	4,03	524	20,42
(08) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0	3	6	725	5,25	689	5,01
(09) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0,5	2	7	658	5,92	561	14,79
(10) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0,5	2	8	547	7,03	515	5,91
(11) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0	2	5	547	4,33	492	10,12
(12) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0	2	8	547	6,83	481	12,13
(13) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0,5	2	7	547	6,36	444	18,89

Fuente: Elaboración propia

Ensayo N	TiO ₂ (g/l)	Tiempo (h)	pH inicial	DQO inicial (mg/IO ₂)	pH final	DQO final (mg/IO ₂)	% eficiencia
(14) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	1	2	7	547	5,94	503	8,11
(15) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0,5	2	9	547	8,55	480	12,31
(16) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	1	1	9	547	6,68	372	32,06
(17) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	1	1	9	547	6,7	394	28,03
(18) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0,5	1	8	658	7,03	539	18,14
(19) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0,5	3	7	658	6,46	558	15,25
(20) 19-10 / Sin H ₂ O ₂	0	3	9	725	6,53	642	11,50

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

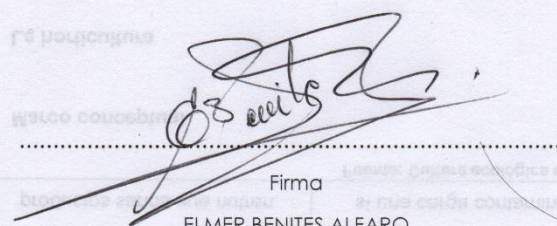
Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 08
Fecha : 12-09-2017
Página : 1 de 15

Yo, ELMER BENITES ALFARO, docente de la Facultad de INGENIERÍA y Escuela Profesional de ING. AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo - LN revisor (a) de la tesis titulada:

"PROCESO DE OXIDACIÓN FOTO-CATALÍTICA MEDIANTE EL TiO_2 Y LUZ UV PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE LA LAVANDERÍA DEL INSTITUCIONAL DEL NIÑO, SAN BORJA - 2017" del estudiante Antony Jhon TOLENTINO CASTILLO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 07 DE DICEMBRE DE 2017



Firma

ELMER BENITES ALFARO

DNI: 07867259

SEAL ESCOLAR	SEAL COMISIONAL
--------------	-----------------

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Antony Tolentino Castillo - Ingeniero Ambiental

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

“Titulo”
 “Proceso de oxidación fotocatalitica mediante TiO₂ y luz UV para el
 tratamiento del agua residual de la lavandería del Instituto Nacional de Salud
 del Niño, San Borja - 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
 INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:
 Antony Tolentino Castillo

13 %

Orden	Descripción	Porcentaje
1	Trabajo de grado	4 %
2	Exposición de tesis	1 %
3	Exposición de tesis	1 %
4	Exposición de tesis	1 %
5	Exposición de tesis	1 %
6	Exposición de tesis	1 %
7	Exposición de tesis	1 %
8	Exposición de tesis	1 %
9	Exposición de tesis	1 %
10	Exposición de tesis	1 %
11	Exposición de tesis	1 %
12	Exposición de tesis	1 %
13	Exposición de tesis	1 %
14	Exposición de tesis	1 %
15	Exposición de tesis	1 %



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

DIGITALIZACIÓN DE TESIS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

JOSEFINO CASTILLO ANTONY JUAN con DNI N° 43496375 domiciliado (a) en Urb. COOP. M. O. LT 44 - S.M.P.

ante Ud. Con el debido respeto, expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción 2017-11 del programa ...INGENIERÍA AMBIENTAL... Identificado con el código de matrícula N° 6700241254 de la Escuela de Ingeniería Ambiental, recorro a su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

DIGITALIZACIÓN DE TESIS

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de justicia.

Lima, 06 de 06 de 2018

Handwritten signature and circular stamp of the School of Environmental Engineering

Handwritten signature



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

..... TOLENTINO CASTILLO, ANTONY JHON
D.N.I. : 47496725
Domicilio : urb. Coop. P. Mz. D. Lt 44 - S.M.P
Teléfono : Fijo : 5355480 Móvil : 982451615
E-mail : a.tolentinoacas@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA
Escuela : INGENIERIA AMBIENTAL
Carrera : INGENIERIA AMBIENTAL
Título : INGENIERO AMBIENTAL

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

..... TOLENTINO CASTILLO, ANTONY JHON
.....
.....

Título de la tesis:

..... PROCESO DE OXIDACIÓN FOTOCATALITICA MEDIANTE DIOXIDO DE TITANIO (TiO₂)
..... y luz ultravioleta (UV) para el tratamiento del Agua Residual de la lavandería del
..... INSTITUTO NACIONAL DEL NIÑO, San Borja - 2017.

Año de publicación : 2017

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

..... 

Fecha :

..... 05/06/18