



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EVALUAR LA EFICIENCIA DEL *Bacilo Sp* inmovilizado en alginato de sodio
PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COLECTOR
3000

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Zapata Vigil, Cristhian Silver.

ASESOR:

Dr.Rodas Cabanillas, José Luis.

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Conservación y protección de los recursos naturales.

CHICLAYO – PERU

2016

Acta de sustentación



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 5:00 pm. Horas del día 11 de Marzo del 2018, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección Académica N° 0694-2018-I-UCV-CH, 08 de Mayo del 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada:

“Evaluar la eficiencia del bacilo sp. Inmovilizado en alginato de sodio para el tratamiento de aguas residuales del colector 3000”

Presentado por el Bachiller: ZAPATA VIGIL CRISTHIAN SILVER con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Ambiental, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

PRESIDENTE : Mgtr. Cesar Augusto Zatta Silva
SECRETARIO (A) : Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez
VOCAL : Dra. Bertha Magdalena Gallo Gallo

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

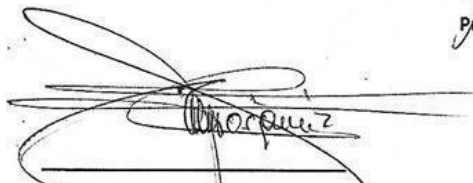
APROBADO POR UNANIMIDAD

Siendo las 5:30 pm., del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

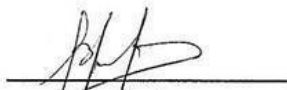
Chiclayo, 11 de MaYo del 2018



Presidente



Secretario (a)



Vocal

Dedicatoria

A dios, por darme un día más de vida y brindarme las fuerzas para seguir alcanzando metas, así mismo fortaleciendo mi espíritu de grandeza y amor, teniendo fe en aquellas cosas que en algún momento de adversidad.

A mis padres y hermanos quienes son las personas más importantes por brindarme su ayuda y comprensión incondicional.

Cristhian Silver Zapata Vigil

Agradecimientos

A dios por permitirme llegar hasta aquí, por su infinita bondad. Asimismo, a mis padres y hermanos por el apoyo, de igual forma a la universidad cesar vallejo filial Chiclayo, por la formación académica, además de permitirme realizar mis análisis en su laboratorio de química. A las personas que intervinieron en la ejecución de este proyecto tanto compañeros como a nuestro asesor José Luis rodas Cabanillas, por su compromiso y dedicación durante toda la ejecución de este proyecto, manteniendo siempre su gran perseverancia, al docente John wiston García López, por las indicaciones en temas microbiológicos, y por último al docente José Ponce Ayala, por su orientación y compromiso en este Proyecto de investigación

EL AUTOR

Declaratoria de autenticidad

La presente tesis representa el requisito para obtener el título de Ingeniero Ambiental en la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo.

Yo Cristhian Silver Zapata Vigil identificado con DNI Nro. 48091944 declaró que la presente investigación titulada **“EVALUAR LA EFICIENCIA DEL BACILO SP INMOVILIZADO EN ALGINATO DE SODIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COLECTOR 3000”**, es auténtica y original. En tal hecho, que el contenido será bajo mi responsabilidad.



Bach. Cristhian Silver Zapata Vigil
DNI Nro. 48091944

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“EVALUAR LA EFICIENCIA DEL BACILO SP INMOVILIZADO EN ALGINATO DE SODIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COLECTOR 3000”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

CRISTHIAN SILVER ZAPATA VIGIL

ÍNDICE

Acta de sustentación.....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos.....	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
ÍNDICE	vii
Índice de tablas y figuras	x
Resumen	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Trabajos previos.....	17
1.3. Marco conceptual.....	19
1.3.1. El tratamiento de aguas residuales	19
1.3.2. Niveles de tratamiento de aguas residuales	19
1.3.2.1. Tratamiento primario o tratamiento preliminar	19
1.3.2.2. Tratamiento primario	20
1.3.2.3. Tratamiento secundario.....	20
1.3.2.3. Tratamiento terciario.....	20
1.3.2. Tratamiento biológico	20
1.3.2.1. Sistemas aerobios	21
1.3.2.2. Sistemas anaerobios	21
1.3.2.3. Sistemas anóxicos.....	21
1.3.3. Fuentes de energía y alimento de los microorganismos biológicos.....	22
1.3.3.1. Fuentes de carbono	22
1.3.3.2. Fuentes de energía.....	22

1.3.4.	Estándar de calidad ambiental.....	23
1.3.5.	Desnitrificación:.....	25
1.3.6.	Eficiencia bacteriana	25
1.3.6.1.	Morfología de las bacterias	25
1.3.6.2.	Genética bacteriana	26
1.3.6.3.	Plásmidos	26
1.3.6.4.	Islas de patogenicidad	26
1.4.	Formulación del problema.....	27
1.5.	Justificación	27
1.6.	Hipótesis.....	27
1.7.	Objetivos.....	28
1.7.1.	Objetivo General	28
1.7.2.	Objetivos Específicos.....	28
II.	MÉTODO.....	29
2.1	diseño de investigación	29
2.2	Variables y operacionalización.....	29
2.2.1.	Variable independiente	29
2.2.2.	Variable dependiente	29
2.3	Población y muestra	32
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	32
2.5	Métodos de análisis de datos.....	33
2.6	Aspectos éticos	33
III.	RESULTADOS	34
	ETAPA I. características físico – químicas de las aguas residuales del colector3000.	34
	ETAPA II. Aislar bacilos sp para el tratamiento de las aguas residuales del colector 3000	34
2.2.	Aislamiento bacteriano.....	35
2.3.	Reproducción de la bacteria bacilos subtilis en agar caldo nutritivo:	36

ETAPA III. Inmovilizar el bacilo sp en el medio inmovilizador alginatode sodio	36
ETAPA IV. Implementación del diseño de un biofiltro para el tratamiento de las aguas residuales del colector 3000	37
4.1. Características técnicas del biofiltro	37
ETAPA V. Estimar el rendimiento del bacilo sp para el tratamiento de las aguas residuales del colector 3000.....	38
5.1. Evolución de la concentración de los nitratos presentes en las aguas residuales.....	38
5.2. Resultados expresados en el software estadístico spss	39
IV. DISCUSIÓN	40
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES	43
VII. REFERENCIA.....	44
VIII. Anexos	48
Validación de Instrumentos.....	53
Acta de aprobación de originalidad	54
Resultados Turniting	55
Autorización de publicación.....	56

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación nutricional de los microorganismos	23
Tabla 2: ECA para Aguas Superficiales destinadas a la producción de Agua Potable	24
Tabla 3: ECA para Aguas Superficiales destinadas para recreación.....	24
Tabla 4: ECA para Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.....	24
Tabla 5: Resultados de análisis del laboratorio antes de iniciarel tratamiento.....	34
Tabla 6: Resultados de análisis de nitratos	38
Tabla 7: Resumen del modelo.....	39
Tabla 8: Coeficientes	39

Índice de Figuras

Figura 1: Transformaciones del nitrógeno en procesos biológicos	25
Figura 2: Diseño del biofiltro.....	38
Figura 3: punto de muestreo.....	48
Figura 4: vista de medición en el espectrofotómetro	48
Figura 5: Proceso en baño maría para la determinación de nitrato	49
Figura 6: Proceso de reacción química para determinación de nitrato.	49
Figura 7: Dilución de alginato de sodio en Agar Caldo Nutritivo.....	50
Figura 8: Preparación de Agar Nutritivo.....	50
Figura 9: Proceso de obtención de las cápsulas.....	51
Figura 10: Proceso de cultivo bacteriano	51
Figura 11: Tinción Gram.....	52
Figura 12: vista microscópica de bacilos subtilis.....	52

Resumen

El proceso de evaluar la eficiencia de la bacteria *Bacillus subtilis*, en el tratamiento de aguas residuales del colector 3000, el cual se llevó a cabo mediante un biofiltro, con la finalidad de dar tratamiento a la concentración de nitratos presentes en estas aguas residuales. Este proyecto aporta con investigaciones en cuanto al estudio de diversos géneros bacterianos, para el tratamiento de los contaminantes orgánicos e inorgánicos, en sus diversas formas gas, líquido o sólido, brindando soluciones rentables y sobre todo preservando el cuidado ambiental.

El objetivo del siguiente trabajo de investigación es: Determinar la eficiencia del bacilo SP inmovilizado en alginato de sodio para el tratamiento de aguas residuales del colector 3000. Para el cual, se inició con la extracción de las muestras para realizar el trabajo de siembra, procediendo con la extracción de la cepa bacteriana del bacilo subtilis, la misma que se reprodujo e inmovilizo con la finalidad de tratar los nitratos presentes en las aguas residuales.

Las variables que se evaluaron son Eficiencia del Bacilos subtilis inmovilizado en alginato de sodio y el Tratamiento de aguas residuales.

Los resultados obtenidos demostraron la eficiencia de los bacilos subtilis inmovilizado en alginato de sodio, logro disminuir la concentración de los nitratos en un 87.6% durante el lapso de cinco semanas. En cuanto el análisis estadístico se llevó a cabo con el programa spss, a través de la correlación.

Palabras claves: Eficiencia, aguas residuales

ABSTRACT

The process of evaluating the efficiency of the bacterium *Bacillus subtilis*, in the treatment of wastewater of the collector 3000, which was carried out by means of a biofilter, in order to treat the concentration of nitrates present in these wastewater. This project provides research into the study of various bacterial genera, for the treatment of organic and inorganic pollutants, in their various forms, gas, liquid or solid, providing cost-effective solutions and above all, preserving environmental care.

The objective of the following research work is to: Determine the efficiency of SP bacillus immobilized in sodium alginate for the treatment of sewage of collector 3000. For which, it began with the extraction of the samples to perform the seeding work, proceeding with the extraction of the bacterial strain of *Bacillus subtilis*, which was reproduced and immobilized in order to treat the nitrates present in wastewater.

The variables evaluated were Efficacy of *Bacillus subtilis* immobilized in sodium alginate and Wastewater treatment.

The results obtained showed the efficiency of the bacilli *Bacillus subtilis* immobilized in sodium alginate, achieving to decrease the concentration of nitrates in 87.6% during the period of five weeks. As soon as the statistical analysis was carried out with the spss program, through the correlation.

Keywords: Efficiency, Raw sewage

I. INTRODUCCIÓN.

Hoy en día, en una era globalizada en donde la tendencia por disminuir los impactos ambientales, que afectan a nuestro entorno natural y por ende al hombre, el sostenimiento de la calidad y tratamientos de los contaminantes que afectan de manera directa o indirecta a los recursos naturales; son prioridad de todo gobierno o identidad, que debe ser atendida con completa urgencia. Según MINAM (2010), en la actualidad los métodos de tratamiento dentro de cualquier actividad productiva, en la cual el subproducto sea un contaminante, debe de cumplir con los límites máximos permisibles antes de ser liberados a un cuerpo receptor.

Torres (2015, p. 12), destaca el uso de la biotecnología o utilización de métodos y procesos mediante el empleo de agentes microbianos, con el objetivo de transformar aquellas sustancias contaminantes, parece ser la forma más apropiada, esto se debe a su eficiencia y rendimiento, además de su bajo impacto en la naturaleza, esto a su vez implica nuevos descubrimientos de la genética microbiana y sus aportes en temas de descontaminación. En la actualidad el empleo de microorganismos en temas ambientales, han aportado una serie de beneficios al tratamiento de diversos contaminantes. De acuerdo con SEIJO (2013), contribuye a fortalecer la teoría de que la especie *Rhizobium*, aporta de manera directa a reducción de los compuestos nitrogenados complejos a elementos esenciales simples.

Este proyecto está basado en evaluar la eficiencia del bacilos subtilis inmovilizado, para el tratamiento de aguas del colector 3000, el cual evalúa la eficiencia de esta bacteria en el tratamiento de aguas contaminadas, con este proyecto también se quiere dar a conocer la efectividad que se tiene inmovilizando los bacilos subtilis, a través de un lecho filtrante dentro de nuestro biofiltro. De igual manera la implementación de este proyecto aportara con cambios de mejora en el sistema actual de tratamiento de las aguas residuales, teniendo como impulso la biotecnología, la cual podemos optar por el empleo de bacterias o algas. Así mismo brindaremos a fortalecer las igualdades sociales, culturales y económicas de la sociedad brindando trabajo, educación y sobre todo la protección ambiental.

El objetivo de este proyecto de investigación es evaluar la eficiencia del bacilo subtilis inmovilizado en alginato de sodio en el tratamiento de aguas residuales del colector 3000. En el cual se comprobará la eficacia de este microorganismo,

teniendo en cuenta su rendimiento. Para ello la toma de muestra es no probabilística por conveniencia; se empleará el paquete estadístico SPSS; para el análisis de los datos. Este proyecto pertenece a un modelo Pre - experimental de dimensión longitudinal. Por otro lado, los objetivos específicos con los que se cuentan son: el análisis de las características físico – químicas de las aguas, aislamiento del bacilo, la inmovilización del bacilo sp, diseño de un biofiltro y por último determinar el rendimiento del bacilo sp para el tratamiento de las aguas residuales del colector 3000.

1.1. Realidad problemática:

Las aguas residuales contienen dentro de su estructura material orgánico, así como también numerosos compuestos que son vertidos dependiendo la actividad en la cual ha sido empleada, el tratamiento que se le otorgue dependerá de las características que está presente (universidad de granada, 2011). Por lo que es importante determinar los contaminantes y el proceso adecuado para su tratamiento. Dentro de la normativa peruana vigente, nos menciona que las descargas de estos efluentes en los cuerpos receptores, deben cumplir con los parámetros permisibles (MINAM, 2010); con el fin de no significar un peligro nocivo a la salud y a la conservación de los recursos naturales.

Las aguas residuales con alta concentración en compuestos orgánicos, contribuye de manera directa a la proliferación de bacterias, debido a la gran cantidad de nutrientes que poseen, los mismos requeridos para el metabolismo microbiano (Benintende y otros, 2009). Por lo que es fundamental la reducción de estas sustancias, con el objetivo de controlar el crecimiento desmedido de estos agentes patógenos, presentes en estos efluentes, a esto se suma, los diversos factores ambientales que brindan las condiciones necesarias para la proliferación.

Los efectos de la contaminación del agua en la salud, actúa como vehículo de infecciones o punto de transmisión directa, a través del riego de los campos de cultivo con aguas residuales que son vertidas directamente sin que hayan recibido algún tipo de tratamiento, asimismo, las especies de moluscos que se pueden encontrar acumulan polivirus, que son microorganismos altamente infecciosos e incluso letales para la salud humana. (UNICAN, 2011).

Según PAHO (2010), nos menciona cuán importante es manejar los recursos hídricos adecuadamente, teniendo en cuenta los riesgos con

respecto al consumo del agua, la contaminación puede ser por: descargas aisladas o la contaminación generalizada, ya sea de origen industrial, agrícola o urbana, y como esto influye en la calidad de la misma; con el objetivo de no extender la contaminación en los cuerpos receptores.

Las aguas residuales provenientes de las redes domiciliarias o de cualquier otro punto de descarga, concentran gran cantidad de compuestos orgánicos, siendo fuente principal de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. (UNICAN, 2011). Por ello la importancia de reducir la carga microbiana y el desarrollo de nuevas tecnologías con el fin de reducir los impactos ambientales y a la salud humana. Por tal motivo las aguas residuales deben cumplir con ciertos procedimientos y controles de calidad.

Betancor y otros (2008), establece que las mutaciones son producto de los errores de la replicación del ADN, que proporcionan cambios en el genoma bacteriano; que con frecuencia afectan directamente a la morfología, logrando cambios considerables, como la resistencia a antibióticos. Por ello el empleo y modificación de las características de las bacterias, con fines ambientales, están basados a estudiar estos tipos de alteraciones que puedan resultar beneficioso para el tratamiento de las aguas residuales, como medida alternativa y eficiente para nuestro ambiente.

1.2. Trabajos previos:

Chávez M. (2009), en La revista científica titulada: "Agua: *Cuando la sequía nos alcance. III. Acciones Mexicanas", hace empleo de bacterias anaeróbicas provenientes de fondos de ríos, lagos, fosas sépticas, zonas semi – pantanosas, como alternativa para el tratamiento de aguas residuales, permite tener un ahorro del 40% en la instalación y 60% en la operación de las plantas tratadoras. En método consiste, en un tanque que reúna las características de las zonas de operación ya sea de metal o concreto con una profundidad de 5 o 6 metros de fondo, en donde el agua ingresa a través de en un flujo ascendente, este diseño está dividido en tres partes, en la parte inicial se contiene los agentes biológicos los cuales se nutren de la materia orgánica presente en el efluente. En la siguiente etapa, los sólidos que no logran eliminarse regresan a la parte inicial.

Navarro, Hernández, Gamarra y Escalante H. (2007), en su revista científica titulada "Diseño de un biofiltro para disminuir la concentración de H₂S de un reactor anaeróbico de flujo pistón (RAP)", en el cual presentaron propuestas para la reducción de H₂S presente en el efluente del Reactor Anaerobio de Flujo a Pistón (RAP), por el cual se implementó un tratamiento empleando bacterias del género Thiobacillus. En la primera etapa se aisló la cepa, en el siguiente proceso se identificó el rendimiento en cuanto a la capacidad de remoción de sulfuros presentes en el efluente del RAP. Las mediciones obtenidas fueron a escala de laboratorio en donde se logró formar una biopelícula del genero bacteriano empleado sobre guadua, obteniendo una capacidad de remoción del 99% de los sulfuros totales tiempo de dos horas.

Varela M. (2006), en su trabajo de titulación "inmovilización de microorganismos degradadores de cianuro para preparación de biofiltro", indica que el lecho microbiano comprende una altura de ocho centímetros en la parte interior del tanque, como resultado de la degradación de cianuro aplicando la zeolita y el carbón activado a través de biofiltros se obtiene un 69.25% en la degradación aplicando un flujo equivalente a 0,4 ml/min/cm², así mismo empleando el segundo método se logró alcanzar un 73,5% en la degradación con un flujo igual a 1,4 ml/min/cm²

1.3. Marco conceptual:

1.3.1. El tratamiento de aguas residuales

Abarca una serie de procesos en el cual las aguas son tratadas de manera física, química y biológica, con la finalidad de reducir o eliminar los contaminantes presentes en el agua. El objetivo de tratar las aguas residuales es obtener un agua de características aptas o que no causen daños en el ambiente y un residuo sólido que pueda ser empleado en otras actividades ya sea como materia prima o algún subproducto (UPM, 2011).

Según SINIA (2010), clasifica los siguientes niveles de tratamiento de aguas residuales:

- Tratamiento primario o tratamiento preliminar.
- Tratamiento primario.
- Tratamiento secundario.
- Tratamiento terciario.

1.3.2. Niveles de tratamiento de aguas residuales:

1.3.2.1. Tratamiento primario o tratamiento preliminar.

El objetivo de este tratamiento es detener el paso de sólidos gruesos y finos con densidad mayor al agua y arenas, con la finalidad de no tener obstáculos en posteriores tratamientos. En este tratamiento usualmente se emplea canales con rejillas de tamaño gruesas y finas, desarenadores, y en caso donde las partículas suspendidas sean de mínimo tamaño se emplean tamices. Estas unidades, en ciertas ocasiones no son tomadas en cuenta en el momento de diseñar una planta de tratamiento, son de características indispensables en cuanto la retención de residuos sólidos indeseables para los procesos de tratamiento (SINIA, 2007).

1.3.2.2. Tratamiento primario.

Este proceso de tratamiento se lleva a cabo a través de coagulantes y agentes de floculación, que ayuda en la conglomeración de las partículas suspendidas presentes en los efluentes para facilitar la sedimentación. Así mismo esta etapa esta seguida de la clarificación: en el cual las partículas en suspensión se ven reducidas del flotante, ya que las características que muestra, es un líquido claro en donde los sólidos suspendidos están casi desprovisto además se cuenta con una demanda bioquímica de oxígeno reducida (FAO, 2014).

1.3.2.3. Tratamiento secundario.

Consiste en un tratamiento biológico, por lo cual, los contaminantes se ven eliminados por medio de los microorganismos presentes en las aguas residuales. La materia orgánica, contenida aún en los efluentes sufre un proceso de oxidación química, mientras que en el tratamiento anterior el agua pierde los sólidos suspendidos a través de floculantes, en el tratamiento secundario se busca eliminar la demanda bioquímica de oxígeno. En cuanto a la remoción de nitrógeno y fósforo, además de metales pesados y los agentes patógenos no sufren cambios significativos (UNAD, 2011).

1.3.2.3. Tratamiento terciario.

En esta etapa, las aguas residuales podrían aún mostrar elementos indeseables dentro de su composición como amoníaco, nitratos o fosfatos. Estos dos últimos muy problemáticos ya que al ser vertidos en los cuerpos receptores en donde se desencadena la proliferación de algas, provocando la reducción del oxígeno presente en el agua. En esta etapa se emplea para los agentes microbiológicos el ozono o la radiación ultravioleta, por otro lado, los procesos químicos o físicos solo es por filtración o cloración (DAILEY, 2014).

1.3.2. Tratamiento biológico

Según Rodríguez y otros (2006), establece que el tratamiento biológico, está constituido por una serie de procesos en el cual se emplean microorganismos, con

la finalidad de eliminar elementos indeseables, a través de la eliminación de nutrientes (N y P). la materia orgánica constituye la fuente de energía requerida para el crecimiento de los microorganismos, el metabolismo bacteriano es parte fundamental en el cual los electrones son aceptados en la oxidación de la materia orgánica, distinguiendo tres casos:

1.3.2.1. Sistemas aerobios:

El sistema aerobio, tiene por característica esencial la presencia de O₂ el cual hace que este elemento sea el aceptor de electrones, por lo que se obtienen unos rendimientos energéticos elevados, provocando una importante generación de fangos, debido al alto crecimiento de las bacterias aerobias. Su aplicación a aguas residuales puede estar muy condicionada por la baja solubilidad del oxígeno en el agua (Rodríguez y otros, 2006).

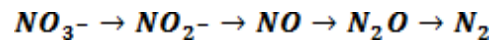
1.3.2.2. Sistemas anaerobios:

consiste en un proceso transformativo de la materia orgánica, mas no de su destrucción, esto se debe, a que no existe presencia de oxígeno en el proceso, por ende la transferencia de electrones permanece intacta en el metano producido, esto quiere decir, que la DQO teórica del metano equivale en su mayor proporción a la DQO de la materia orgánica (90-97%), por lo tanto, una pequeña cantidad es convertida en lodos (3-10%), en el proceso anaeróbico la energía química permanece en el metano (Rodríguez, 2009).

1.3.2.3. Sistemas anóxicos:

Según MORENO (2011). El proceso anóxico, consiste en la reducción del elemento nitrato a su forma más común, nitrógeno gas, en la cual la forma más efectiva se da a partir del empleo de diversos géneros de bacterias. En la cual se destacan: Achromobacter, Acrobacter, Alcaligenes, Bacillus, Brevibacterium, Flavobacterium, Lactobacillus, Micrococcus, Proteus, Pseudomonas y Spirillum. Las característica más común entre estos géneros bacterianos, es que son bacterias heterótrofas, capaces de desintegrar el compuesto nitrato hasta su forma más sencilla nitrógeno.

Las reacciones de reducción del nitrógeno son las siguientes:



1.3.3. Fuentes de energía y alimento de los microorganismos biológicos:

Las fuentes de energía requeridas por los microorganismos, están estrechamente a la fuente de carbono, asimismo de elementos como nitrógeno, fósforo, azufre, calcio y magnesio, necesarios para la síntesis de nuevas células (UDLAP, 2011). La Universidad de las Américas Puebla establece las siguientes fuentes de energía:

1.3.3.1. Fuentes de carbono:

Según UAM (2012), afirma que, el carbono es el mayor constituyente de la célula bacteriana. Asimismo se dividen de acuerdo al uso y medio de obtención del carbono:

- Autótrofo. Son organismos que sintetizan sustancias inorgánicas básicas.
- Heterótrofo. Obtienen su fuente de carbono a partir de fuentes de carbono orgánico.
- Mixótrofo. Su fuente de carbono es aprovechado a través de compuestos orgánicos, como también fijando el dióxido de carbono.

1.3.3.2. Fuentes de energía:

La UNAM (2012), las fuentes de energía de los microorganismos se clasifican en:

- Fotótrofos, son microorganismos que utilizan la luz para desarrollarse.
- Quimiótrofos, son aquellos que obtienen su energía a partir de la oxidación de compuestos químicos, y que se pueden subdividir en:
 - Quimiolitótrofos (oxidación de compuestos inorgánicos)
 - Quimiorganótrofos (oxidación de compuestos orgánicos)

Tabla 1: Clasificación nutricional de los microorganismos.

Clases nutricionales	Fuente de energía	Fuente de carbono	Ejemplos de grupos microbianos
Fotoautótrofas	Luz	CO ₂ , Carbonatos	Algas y algunas bacterias
Fotoheterótrofas	Luz	Compuestos orgánicos	Bacterias verdes y rojas
*Quimioautótrofas	Oxidación de compuestos inorgánicos como NH ₃ , NO ₂ - H ₂ , H ₂ S. So , S ₂ O ₃ , Fe ⁺⁺	CO ₂	Bacterias oxidantes del nitrógeno, hidrógeno, azufre y hierro
**Quimioheterótrofas	Oxidación de compuestos orgánicos	Sustratos orgánicos	Protozoarios, hongos y la mayoría de las bacterias

Fuente: UNAM, 2012.

1.3.4. Estándar de calidad ambiental:

Esan (2016), Los **ECA** son indicadores de calidad ambiental. En el cual se miden y se establecen las concentraciones de los elementos, sustancias u otros en el aire, agua o suelo. Con el propósito de establecer o fijar los límites en el que se puede alcanzar daños significativos para el ambiente y la salud humana.

MINAM (2010), Los Estándares de Calidad Ambiental son instrumento de gestión ambiental, empleados para establecer o medir al estado de la calidad del ambiente dentro del territorio nacional. El ECA establece el grado o nivel de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente. La finalidad del ECA es trazar una meta, en el cual se deba realizar evaluaciones periódicas que permitan conocer el cumplimiento y tomar las medidas respectivas.

Tabla 2: ECA para Aguas Superficiales destinadas a la producción de Agua Potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**

Fuente: DS. 004-2017-MINAM

Tabla 3: ECA para Aguas Superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICOS- QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO ₃ ⁻ -N)	mg/L	10	**
Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	1	**

Fuente: DS. 004-2017-MINAM

Tabla 4: ECA para Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.

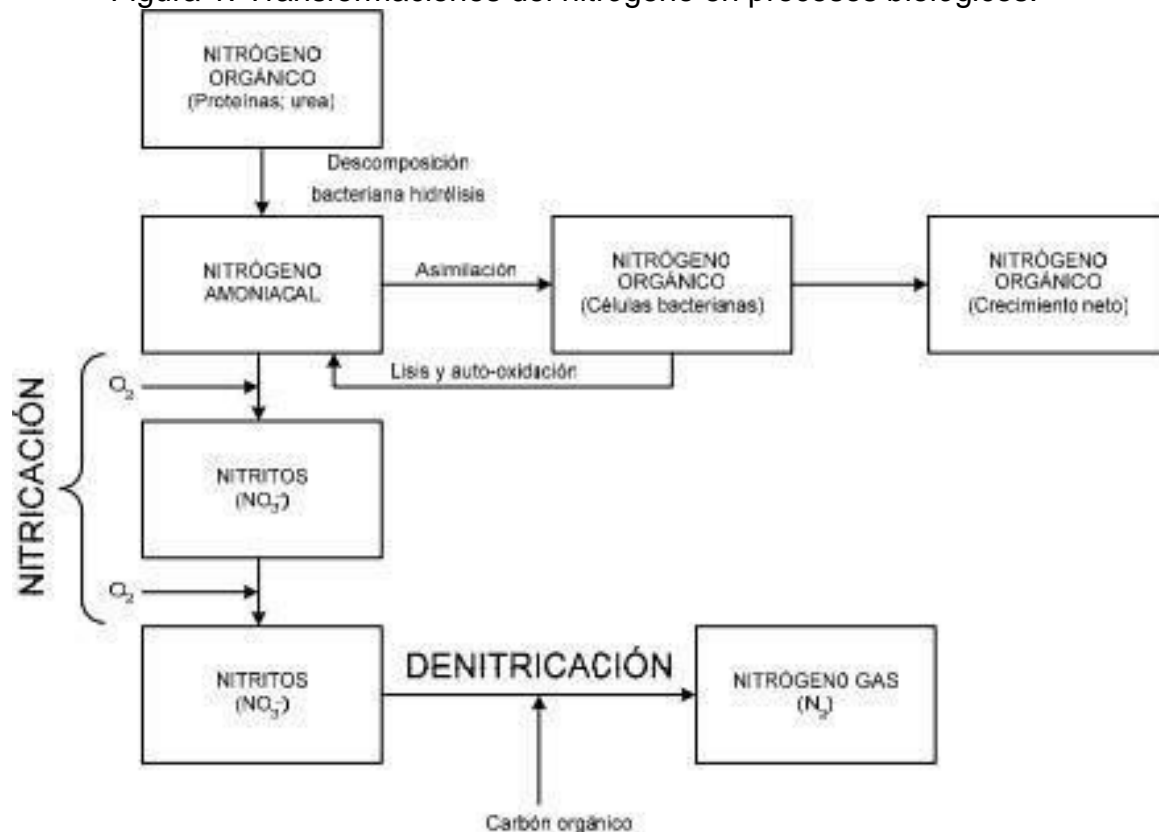
Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FÍSICOS- QUÍMICOS					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	16	16	**	13

Fuente: DS. 004-2017-MINAM

1.3.5. Desnitrificación:

La UOC (2015), La desnitrificación es el proceso por el cual se transforma el nitrato en gas nitrógeno, óxido nítrico y óxido nitroso. Las generaciones de estos compuestos nitrogenados son liberados a la atmosfera de manera directa, ya que no fácilmente accesibles para el crecimiento microbiano.

Figura 1: Transformaciones del nitrógeno en procesos biológicos.



Fuente: UDLAP, 2005

1.3.6. Eficiencia bacteriana

1.3.6.1. Morfología de las bacterias

En cuanto a la morfología las bacterias se pueden presentar en una inmensa variedad de formas y tamaños. Las células procariotas presentan tamaños entre 0,5 y 5 μm , equivalentes a diez veces menor a las eucariotas. (Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, 2010).

Entre las formas bacterianas podemos encontrar esféricas, cilíndricas, en coma o

helicoidal. Las características en el cual estos microorganismos tienden a establecerse con la forma es debido a su pared celular, siendo a su vez la manera en que se logra reconocer. Por otro lado, se pueden encontrar separadas o agrupadas dependiendo el género y especie a la cual corresponda, siendo una característica que nos sirve para identificarlas (Universidad Pública de Navarra, 2009).

1.3.6.2. Genética bacteriana

El genoma microbiano está determinado por uno o varios cromosomas, los cuales portan el material genético necesario y los plásmidos que codifican los genes menos importantes. El cromosoma dentro de su composición contiene una doble hebra de DNA circular. La cual presenta dominios de superenrollamiento en el interior de la célula, mide 1 micrómetro. En cuanto a la transferencia de genes, esta se realiza por medio de tres pasos: transformación, conjugación y transducción (Molina López, y otros, 2015).

1.3.6.3. Plásmidos.

Son genes conformados por diminutos fragmentos de doble cadena de DNA que se mantienen dentro de un número estable, además de contener los genes necesarios para reproducirse y hacer la transferencia a otras células, a su vez sintetiza toxinas (Molina López y otros, 2015).

Es un material genético extracromosómico. Están constituidos por secuencias cortas de ADN circular bicatenario, que pueden reproducirse de manera independiente del ADN cromosómico y son transmitidos a las células hijas. La importancia de este material es que transmite la resistencia a los antibióticos. Este material es transmitido a través de un proceso denominado conjugación (M. Pérez y otros, 2008).

1.3.6.4. Islas de patogenicidad.

Son cadenas secuenciales de DNA, que contienen dentro de su composición los genes relacionados con la virulencia y que pueden estar tanto en plásmidos, como en el cromosoma bacteriano (Molina López, y otros, 2015).

1.4. **Formulación del problema:**

¿Es eficiente el bacilo sp inmovilizado en alginato de sodio para el tratamiento de aguas residuales del colector 3000?

1.5. **Justificación:**

- **Justificación económica:** Este proyecto permitirá abrir nuevos puestos laborales, debido a que se abrirá un parque donde se exponga a los visitantes de como se viene trabajando con los biofiltros en la purificación de aguas servidas.
- **Justificación social:** Así mismo brindaremos una mejor calidad de vida debido a que este proyecto evitara la propagación de enfermedades y olores desagradables a los hogares aledaños a este colector.
- **Justificación tecnológica:** Este proyecto abre las puertas a seguir investigando de cómo implementar medidas de solución a través de microorganismos ya sea puros o genéticamente modificados, para la purificación de aguas contaminadas.
- **Justificación ambiental:** En la parte ambiental se evitará la filtración de las aguas servidas en la napa freática, como también se reduciría la contaminación de gases producidos por la descomposición de la materia orgánica. Así mismo permitirá reducir los impactos negativos en la fauna que se puede encontrar en estos colectores, siendo un foco de propagación de enfermedades.

1.6. **Hipótesis:**

El bacilo sp inmovilizado en alginato de sodio es eficiente para el tratamiento de aguas residuales del colector 3000.

1.7. Objetivos:

1.7.1. Objetivo General:

- Determinar la eficiencia del bacilo sp inmovilizado en alginato de sodio para el tratamiento de aguas residuales del colector 3000.

1.7.2. Objetivos Específicos:

1. Analizar las características físico – químicas de las aguas residuales del colector 3000.
2. Aislar bacilos sp para el tratamiento de las aguas residuales del colector 3000.
3. Inmovilizar los bacilos sp en el medio inmovilizador alginato de sodio.
4. Implementar un diseño de un biofiltro para el tratamiento de las aguas residuales del colector 3000.
5. Estimar el rendimiento del bacilo sp para el tratamiento de las aguas residuales del colector 3000.

II. MÉTODO

2.1 diseño de investigación:

La presente investigación corresponde a un diseño Pre - experimental, longitudinal el cual se representará en el software estadístico SPSS. Además, la muestra es recolectada por conveniencia.

2.2 Variables y operacionalización:

2.2.1. Variable independiente:

- Eficiencia del Bacilos sp inmovilizado en alginato de sodio.

2.2.2. Variable dependiente:

- Tratamiento de aguas residuales.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición
Tratamiento de aguas residuales.	Son aquellos efluentes en las cuales la Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (OEFA, 2014).	Concentración de nitratos	pH.	NOMINAL
			Conductividad eléctrica.	RAZÓN
			Nitratos	RAZÓN

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición
Eficiencia Bacilo sp inmovilizado en alginato de sodio.	<p>Género <i>Bacillus</i>, pertenece a la familia <i>Bacillaceae</i>, una de las familias bacterianas con mayor actividad bioquímica.</p> <p>Son bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gram positivos, producen endosporas con morfología oval o cilíndrica que le permite resistir condiciones desfavorables en el ambiente, son móviles por la presencia de flagelos laterales, presentan hemólisis variable y un crecimiento activo en un rango de pH entre 5.5 - 8.5. (Layton, 2011).</p>	<p>Se tomó en cultivo la bacteria bacilos puro extraído de la muestra recogida del colector 3000, así mismo se reprodujo en caldo nutritivo y por último es inmovilizado en alginato de sodio y se midió con la eficiencia en cuanto la reducción de los nitratos.</p>	pH.	NOMINAL

2.3 Población y muestra:

POBLACION:

Para el presente estudio se tomó como población todo el volumen del agua residual que fluye dentro del colector 3000.

MUESTRA:

Para la toma de muestra se extrajo 8 litros de aguas residuales del colector 3000, en cuanto a los sectores, fueron seleccionados por su fácil acceso teniendo los siguientes puntos: puente de la entrada del balneario de Pimentel, puente de entrada Urb. Las Dunas de Pimentel y, por último, a cincuenta metros del tubo de descarga de la empresa azucarera ubicado en el distrito de la Victoria.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

- ✓ En este trabajo de investigación las muestras de aguas residuales a estudiar deben representar las características de la población a estudiar; para ello este trabajo tiene tres (3) criterios:
 - Acceso.
 - Seguridad.
 - Representatividad.
 - Que permitió identificar las áreas para la extracción de las muestras, en cuanto a la seguridad este criterio evalúa las condiciones en que se deben de extraer las muestras permitiendo identificar aquellos factores externos que puedan alterar los resultados. Así mismo la representatividad de las muestras deben estar basadas a proporciones del volumen a estudiar y por último el criterio de acceso que está relacionado a las vías de transporte para llegar de una manera segura a la fuente de estudio.
 - En este proyecto de investigación se empleó el software spss; para la

determinar la correlación de las variables empleadas.

- Se elaboró una base de datos empleando Microsoft office Excel 2016, en la cual se agregaron los datos correspondientes al número de muestras así mismo la concentración de nitratos presentes en el agua.
- En cuanto a la técnica empleada en la elaboración del presente proyecto, se empleó la observación, por tratarse de datos obtenidos en los diferentes análisis realizados, el instrumento de investigación empleado fue el registro, que posteriormente fue introducido al software SPSS.

2.5 Métodos de análisis de datos

En este proyecto de investigación se emplea software Microsoft office Excel 2016, así mismo el software spss para hallar la correlación de los datos.

2.6 Aspectos éticos

El compromiso, con este proyecto de investigación fue llevar datos confiables y veraces con la finalidad de otorgar datos exactos, que puedan contribuir con los siguientes estudios, respetando la autenticidad de los datos y la buena manipulación dentro de la parte práctica.

III. RESULTADOS

En esta parte del estudio se describen los procedimientos y análisis de los resultados obtenidos, en cuanto, la eficiencia del bacilo subtilis para el tratamiento de aguas residuales del colector 3000 contaminadas por la presencia de nitratos.

ETAPA I. características físico – químicas de las aguas residuales del colector 3000.

Para el análisis físico- químico de la muestra de agua del colector 3000, se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad, para lo cual se empleó los siguientes equipos:

- pHmetro modelo: pH 21 pH/Mv meter.
- Espectrómetro modelo: Unic Nro. 2100 spectrophotometer.
- Cono imhoff

Los análisis consistieron en: temperatura, pH, sólidos suspendidos y concentración de nitratos. Cabe indicar que, se precisó establecer dichos parámetros, debido a influencia en la relación nutriente (NO_3^-) y bacteria (Bacilos subtilis), en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5: Resultados de análisis del laboratorio antes de iniciar el tratamiento

Análisis	Resultado
Resultado (pH metro)	7.6
Temperatura	24.3 °C
Sólidos suspendidos	33 mg/l
Nitrato	927 mg/l

Fuente: Resultados de laboratorio, 2016.

ETAPA II. Aislar bacilos sp para el tratamiento de las aguas residuales del colector 3000.

En lo que respecta al aislamiento bacteriano se realizaron los siguientes procedimientos:

2.1. Cultivo bacteriano:

Este procedimiento consistió en cultivar la muestra extraída del colector 3000 en placas Petri, las mismas que contenían 10ml. de agar nutritivo, que sirve de alimento para las bacterias que se encuentran en dicha agua. Para llevar a cabo este proceso se empleó los siguientes materiales y equipos:

- Balanza electrónica
- Aza y mango bacteriológico
- 23 gr. De agar nutritivo
- Agua esterilizada 500 ml.
- Matraz de 100 ml.
- 50 ml de muestra
- 02 Cajas Petri
- 01 calentador y agitador
- Papel y cuerda
- Pipeta 20 ml
- Mechero.

2.2. Aislamiento bacteriano:

Los trabajos realizados correspondientes al aislamiento bacteriano, estuvieron sujetos a la selección, identificación y tinción de las colonias bacterianas formadas en el proceso de cultivo, cabe precisar que, el aislamiento se realizó mediante el proceso de tinción gram. Por el cual se empleó los siguientes materiales y equipos:

- Aza y mango bacteriológico
- Agua esterilizada
- 100 uni. placas y cubre placas
- Tinción gram (alcohol isopropílico, safranina, yodo de lugol y violeta de genciana)
- Mechero y alcohol
- Microscopio.

Cabe precisar que la bacteria identificada en el proceso de observación fue la

bacteria bacilos subtilis.

2.3. Reproducción de la bacteria bacilos subtilis en agar caldo nutritivo:

Identificada la bacteria a reproducir, se procedió a realizar el siguiente procedimiento, en el cual se empleó un litro de agar caldo nutritivo, y posteriormente se realizó la siembra bacteriana, procediendo a la incubación a una temperatura de 35 °C durante un periodo de cuatro días. Los materiales y equipos empleados fueron:

- Balanza electrónica
- Aza y mango bacteriológico
- 08 gr. De agar caldo nutritivo
- Agua esterilizada 1500 ml.
- 02 Matraz de 500 ml.
- 01 calentador y agitador
- Papel y cuerda
- Mechero
- Estufa.

ETAPA III. Inmovilizar el bacilo sp en el medio inmovilizador alginato de sodio.

Para el proceso de inmovilización, se empleó una cantidad de diez gramos de alginato de sodio, que posteriormente fue diluido en el agar caldo nutritivo, dicho procedimiento consistió en disolver adecuadamente el compuesto en el medio. Asimismo, se elaboró una dilución de cuatrocientos mililitros de agua destilada estéril con cloruro de calcio, con el propósito de hacer reaccionar el compuesto algin y de este modo obtener las cápsulas que contenían en su interior la bacteria.

La cantidad de agar encapsulado promedio fue de 15 ml. por cápsula, teniendo una cantidad total de 67 cápsulas. Las mismas que serían distribuidas de manera equitativa por todo el biofiltro.

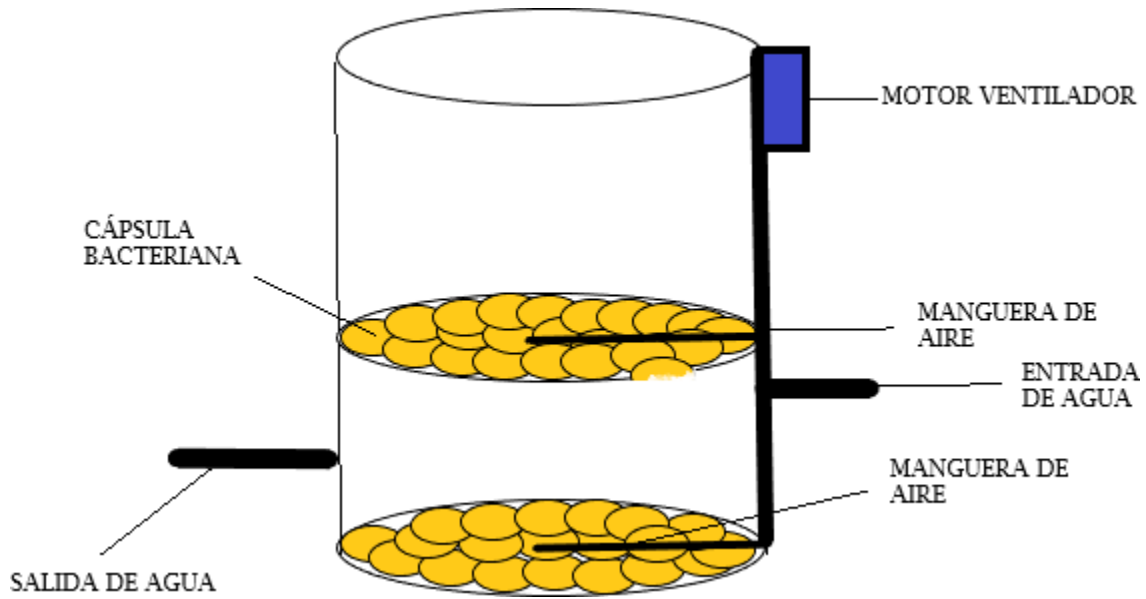
ETAPA IV. Implementación del diseño de un biofiltro para el tratamiento de las aguas residuales del colector 3000.

4.1. Características técnicas del biofiltro

En cuanto al diseño empleado para la elaboración del biofiltro, se siguió teniendo en cuenta la cantidad de agua residual a tratar, las características del contenedor y el número de cápsulas a emplear, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas se siguió a establecer la distribución:

1. Las dimensiones, el contenedor tuvo una altura de 40 cm. y un diámetro de 25 cm.
2. En cuanto, a la distribución de las cápsulas bacterianas, se tuvo en cuenta la altura del contenedor, se agregó una rejilla en la parte intermedia con el fin de sostener una porción de las cápsulas, y el resto fue agregado en la base de dicho contenedor. Cada lecho bacteriano tuvo un espesor de dos centímetros de altura respectivamente.
3. Para la distribución del aire se realizó mediante dos mangueras, una para el lecho superior y la otra para el inferior, con una capacidad de 4 lt/min cada una.
4. La tubería alimentadora de agua residual fue de $\frac{1}{2}$ de pulgada se ubicó a quince centímetros de altura y la tubería de salida a diez centímetros de altura.

Figura 2: Diseño del biofiltro



Fuente: Elaboración propia, 2016

ETAPA V. Estimar el rendimiento del bacilo sp para el tratamiento de las aguas residuales del colector 3000.

5.1. Evolución de la concentración de los nitratos presentes en las aguas residuales.

En el análisis de laboratorio de nitratos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6: Resultados de análisis de nitratos.

ANÁLISIS	PARÁMETRO	RESULTADOS
1	NITRATOS	927 mg/l
2	NITRATOS	835 mg/l
3	NITRATOS	610 ml/l
4	NITRATOS	317 mg/l
5	NITRATOS	115 mg/l

Fuente: Medición a través de espectrofotómetro, 2016.

52. Resultados expresados en el software estadístico spss.

Tabla 7: Resumen del modelo.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,988	,976	,969	60.74098

a. Predictores: (Constante), numero de semana

Fuente: software estadístico SPSS, 2016.

- Se observa que el coeficiente de correlación es igual a 0,988 y su valor al cuadrado es igual 0,976.

Tabla 8: Coeficientes

Modelo	Coeficientes no estandarizados	Error estándar	Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95.0% intervalo de confianza para B	
			Beta			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	1203,400	63,706		18,890	,000	1000,660	1406,140
numero de semana	-214,200	19,208	-,988	-11,152	,002	-275,328	-153,072

a. Variable dependiente: concentracion en mg/l

Fuente: software estadístico SPSS, 2016.

- La prueba de "t" de STUDENT, corrobora la hipótesis con respecto a la eficiencia del bacilo sp en el tratamiento de aguas residuales del colector 3000.

IV. DISCUSIÓN:

- De acuerdo con Mariana Chávez, quien empleó bacterias anaerobias procedentes de la fuente de estudio para la realización de su tanque de tratamiento, para la elaboración de este proyecto, se recolectó una muestra de las aguas residuales, la cual se cultivó y se identificó una bacteria determinada que posteriormente se reprodujo e inmovilizó. La ventaja de trabajar con microorganismos extraídos de la fuente de estudio es que estos seres, están adaptados a alimentarse de sustancias químicas u orgánicas específicas.
- De acuerdo con Navarro Sarmiento y otros, quienes emplean bacteria específica como la “Thiobacillus” para dar tratamiento al sulfuro de hidrogeno. Es conveniente identificar el microorganismo con que se va a trabajar, para poder determinar la eficiencia con respecto al tratamiento. En este proyecto de investigación la bacteria empleada es la Bacillus “SUBTILIS”, después de hacer el cultivo correspondiente. Este microorganismo se inmovilizó, y que posteriormente se midió la eficiencia para el tratamiento de los nitratos presentes en las aguas residuales del colector 3000.
- Navarro Sarmiento Juan y otros, mencionan que lograron remover el 99% de los sulfuros totales presentes en la fase líquida, a una escala de laboratorio, lo cual aporta nuevas estrategias en el empleo de bacterias para tratar aguas residuales, en este caso la aplicación de nuestro diseño obtuvo una eficiencia de un 87.6% en el tratamiento de aguas residuales por nitratos.
- En cuanto al reactor construido por Chávez Mariana, menciona que está dividido en tres secciones. El diseño de nuestro biofiltro consta de dos etapas la primera etapa, que comprende la filtración, en el cual se separa los restos sólidos del agua residual, la segunda etapa, las bacterias inmovilizadas realiza el trabajo del tratamiento. Para su posterior descargar al cuerpo receptor.

- De acuerdo a Varela, que empleó una altura de ocho centímetros de lecho fijo bacteriano con un flujo de $0,4 \text{ ml/min/cm}^2$, para la elaboración de nuestro biofiltro, la altura de nuestro lecho alcanzó los seis centímetros, además el tanque del biofiltro conto con una capacidad máxima de ocho litros, para el tratamiento de las aguas residuales.

V. CONCLUSIONES

- Se analizó las características físico – químicas de la muestra obtenida del colector 3000, obteniéndose una concentración de 927 mg/l de nitratos, pH igual a 7.3, cabe precisar que dicha agua estaba a una temperatura de 24.3 °C y por último la concentración de sólidos suspendidos era igual a 33 mg/l, en sus valores iniciales.
- En el proceso de aislamiento se identificó a la especie bacilos subtilis, la cual se empleó para dar tratamiento a las aguas residuales del colector 3000. Siendo el medio de cultivo para el aislamiento agar nutritivo y para la reproducción se empleó el agar caldo nutritivo, la cantidad de este último fue un litro y se dejó encubar durante cuatro días para el buen crecimiento bacteriano a una de 35 °C.
- Para la inmovilización de la bacteria bacilos subtilis en alginato de sodio, se llevó a cabo mediante una reacción química con cloruro de calcio, el cual da por resultado la formación de las cápsulas que contienen la bacteria en el interior.
- En el diseño del biofiltro siguió tres criterios fundamentales: cantidad de agua residual a tratar, características del contenedor y el número de cápsulas a emplear, cuya finalidad era distribuir los espacios adecuados con relación a la ubicación de las cápsulas. Por ende, se optó por dividir el contenedor en dos espacios, en cuanto, al ingreso del aire al sistema interno, se llevó a cabo mediante tuberías de gel de 0.4 mm. la primera para la parte inferior y la segunda para la superior, con la finalidad de agitar dichas cápsulas y de esta forma acelerar el proceso de degradación del compuesto nitrato en dicha agua residual.
- El rendimiento obtenido al emplear la bacteria bacilo subtilis para la reducción de nitratos presente en las aguas residuales del colector 3000, dio como resultado un rendimiento de 87.6% equivalente a 115 mg/l. en comparación a 927mg/l. obtenidos al inicio del tratamiento.

VI. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda seguir investigando las diferentes especies de bacilos que pueden ser más eficientes para el tratamiento de aguas residuales, en cuanto a nitratos u otros contaminantes.
- Realizar las mediciones de los contaminantes a tratar cada tres días para poder observar los cambios de manera adecuada.
- Contar con sistemas de ventilación, el mismo que no debe ser menor a 6 lt/min.
- Es recomendable que, antes de iniciar cualquier proceso de depuración de aguas residuales, se deba tener en cuenta la decantación de material suspendido, con la finalidad de evitar obstrucciones.
- Es preciso indicar que, el presente estudio se llevó a cabo durante 05 semana, teniendo un resultado final de 115 mg/l de nitratos, que al comparar con el Ds. 004-2017-MINAM, en la Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, no se haya dentro del Estándar de Calidad Ambiental. Por lo tanto, se sugiere ampliar su periodo entre 8 a 10 semanas, con la finalidad de obtener mejores resultados, y poder cumplir con los estándares establecidos según tabla Nro. 02.

VII. REFERENCIA

- 1) Antonio Rodríguez Fernández, Pedro Letón García, Roberto Rosal García, Miriam Dorado Valiño, Susana Villar Fernández y Juana M. Sa nz García. [Et al.]. 2006.VT MIOD; *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. [En línea]. [Consulta: 06-06-2017]. S1-S52. Disponible en: https://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT_2_Tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf
- 2) Varela Torres Myrian Judith. [Sitio web].2006. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador: "inmovilización de microorganismos degradadores de cianuro para preparación de biofiltro", [Consulta: 15-11-2016] Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8239/3/CD-0452.pdf>
- 3) SINIA. [Et al.]. 2007. upm, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES [En línea]. [Consulta: 03-05-2016]. ISSN: 1657- 4583. Disponible en: sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39054
- 4) UNAD. [Et al.]. 2007. Capítulo 5. Tratamiento secundario o biológico o. [En línea]. [Consulta: 03-12-2016]. Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/capitulo_5_tratamiento_secundario_o_biologico.html
- 5) Navarro Sarmiento, Juan Diego, Hernández Gamarra, Yolanda y Hernández Escalante, Humberto. [Et al.]. 2007. DISEÑO DE UN BIOFILTRO PARA DISMINUIR LA CONCENTRACIÓN DE H₂S DE UN REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO A PISTÓN (RAP). [En línea]. [Consulta: 03-05-2016]. ISSN: 1657- 4583. Disponible en: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=4&sid=1b51b70e-bc4e-4813-8c6a-546389127297%40sessionmgr4004&hid=4204&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=36074335&db=a9h>.
- 6) M. Pérez, M. Mota. [Sitio web].2008. Morfología y estructura bacteriana. [Consulta: 11-06-2016] Disponible en: <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/MorfologiayEstructuraBacteriana.pdf>
- 7) L. Betancor, M. Gadea, K. Flores. [Sitio web].2008. Genética bacteriana, [Consulta: 27-05-2017] Disponible en: <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/GeneticaBacteriana.pdf>
- 8) RODRÍGUEZ, JENNY ALEXANDRA. [Et al.]. 2009. UNIVERSIDAD EL VALLE TRATAMIENTO ANAEROBIO DE AGUAS RESIDUALES. [En línea]. [Consulta: 03-06-2017]. Disponible en:

- <http://www.ingenieroambiental.com/4014/tratamiento545.pdf>
- 9) Benintende, Silvia y Sanchez, Cecilia. [Sitio web].2009. Unidad Temática 3: Crecimiento Bacteriano, [Consulta: 27-05-2017] Disponible en: http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/microbiologia/unidad_3_crecimiento_bacteriano.pdf
 - 10) Chávez, Mariana. [Et al.]. 2009. Universidad Nacional Autónoma de México. Agua: cuando la sequía nos alcance. III. Acciones mexicanas. [En línea]. [Consulta: 24-4-2016]. ISSN 0188-7106. Disponible en: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=9c15f956-6e83-4328-9c3a-db836a1826c6%40sessionmgr4001&vid=32&hid=4206>.
 - 11) Universidad Pública de Navarra. [Artículo].2009. MICROBIOLOGÍA CLÍNICA, *Estructura de los microorganismos*. [Consulta: 11-06-2016] Disponible en: <http://www.unavarra.es/genmic/microclinica/tema01.pdf>
 - 12) Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. [Sitio web]. 2010. *Bacteria*. [Consulta 11-06-2016.] Disponible en: <https://biologialiga.files.wordpress.com/2008/08/bacteria2010.pdf>.
 - 13) PAHO. [Et al.]. 2010. CAPÍTULO 1: AMBIENTE Y SALUD “SANEAMIENTO RURAL Y SALUD / GUÍA PARA ACCIONES A NIVEL LOCAL” . [En línea]. [Consulta: 28-05-2017]. Disponible en: <http://www2.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo1.pdf>
 - 14) FAO. [Et al.]. 2011. TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS Y ELIMINACION DE LAS AGUAS RESIDUALES. [En línea]. [Consulta: 03-12-2016]. Disponible en: www.fao.org/docrep/004/T0566S/T0566S14.htm
 - 15) UDLAP. [Et al.]. 2011. Capítulo 4: Procesos biológicos. [En línea]. [Consulta: 20-06-2017]. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meiq/arenas_ljr/capitulo_4.pdf
 - 16) ANTONIO ROS MORENO. [Et al.]. 2011. Capítulo 7: Procesos biológicos. Anóxico . [En línea]. [Consulta: 20-06-2017]. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-agua-tratamientos-2-2/procesos-biologicos-anoxico>.
 - 17) UNICAN. [Et al.]. 2011. Tema 11. Contaminación del agua. [En línea]. [Consulta: 03-28-0517]. Disponible en: <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/salud-publica-y-atencion-primaria-de-salud/otros-recursos-1/lecturas/bloque-iii/Contaminacion%20del%20agua.pdf>

- 18) Cristian Layton, Edna Maldonado, Luisa Monroy, Lucia Constanza Corrales, Ligia Consuelo Sánchez. [SITIO WEB]. 2011. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca Bogotá; Bacillus spp; perspectiva de su efecto biocontrolador mediante antibiosis en cultivos afectados por fitopatógenos. [En línea]. [Consulta: 03-12-2016]. Disponible en: <http://www.unicolmayor.edu.co/publicaciones/index.php/nova/article/view/185/370>
- 19) UNIVERSIDAD DE GRANADA. [SITIO WEB]. 2011. TEMA 8. Química de las aguas naturales. Tratamiento de aguas residuales. [En línea]. [Consulta: 28-05-2017]. Disponible en: <http://www.ugr.es/~mota/Parte2-Tema08.pdf>
- 20) UPM. [Et al.]. 2011. AUTOMATIZACION MASTER [En línea]. [Consulta: 08-12-2016]. Disponible en: www.elai.upm.es/webantigua/spain/Asignaturas/AutomatizacionMaster/.../TAR.doc
- 21) UAM. [En Línea]. 2012. CAPITULO I PRINCIPIOS DEL METABOLISMO MICROBIANO [En línea]. [Consulta: 25-06-2017]. Disponible en: http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/aura/Principios_Metabolismo_microbiano.pdf
- 22) UNAM. [Et al.]. 2012. UNIDAD 6. Nutrición microbiana y UNIDAD 7. Requerimientos de oxígeno [En línea]. [Consulta: 25-06-2017]. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/ProtocolodenutricionyrequerimientosdeO_19571.pdf
- 23) MINAM. [Et al.]. 2010. ESTANDAR DE CALIDAD AMBIENTAL [En línea]. [Consulta: 25-06-2017]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/estandares-de-calidad-ambiental/wp-content/uploads/sites/146/2017/06/Preguntas-frecuentes.pdf>
- 24) JOSÉ SEIJO RAMIL. [En Línea]. 2013. Microbiología. [En línea]. [Consulta: 28-05-2017]. Disponible en: http://www.tirsoferrol.org/ciencias/pdf/a20_microorganismos.pdf
- 25) Dailey Paulson, Linda. [Et al.]. 2014. ¿Qué es un Tratamiento Terciario? [En línea]. [Consulta: 03-12-2016]. Disponible en: <https://www.rwlwater.com/que-es-un-tratamiento-terciario/?lang=es>
- 26) UOC. [En Línea]. 2015. Tecnología apropiada: Agua. [En línea]. [Consulta: 28-06-2017]. Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ds-ndeg-015-2015-minam.pdf>

- 27) ANA. [En Línea]. 2015. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. [En línea]. [Consulta: 28-06-2017]. Disponible en: <http://cv.uoc.edu/web/~mcooperacion/Postgrau/Gaia/Ecologic/Ecologica/Agua/Desnitrificacion.html>
- 28) Molina López, José y Uribarren Berrueta, Teresa. [Et al.]. 2015. Universidad Nacional Autónoma de México; Generalidades de Bacterias. *Departamento de Microbiología y Parasitología*. [En línea]. [Consulta: 17-04-2016]. S1-S52. Disponible en: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/bacteriologia/generalidades.html>.
- 29) Torres, Héctor. [Et al.]. 2015. ¿QUE SON LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA? [En línea]. [Consulta: 03-06-2017]. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/torres.pdf>
- 30) ESAN. [Et al.]. 2016. ¿Qué son los estándares de calidad ambiental? [En línea]. [Consulta: 03-06-2017]. Disponible en: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/04/que-son-los-estandares-de-calidad-ambiental-y-los-limites-maximos-permisibles/>
- 31) MINAM. [Sitio web]. 2017. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, [Consulta: 07-06-2018] Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

VIII. Anexos

Figura 3: punto de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 4: vista de medición en el espectrofotómetro.



Fuente: Medición a través de espectrofotómetro, 2016

Figura 5: Proceso en baño maría para la determinación de nitrato.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 6: Proceso de reacción química para determinación de nitrato.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 7: Dilución de alginato de sodio en Agar Caldo Nutritivo.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 8: Preparación de Agar Nutritivo.



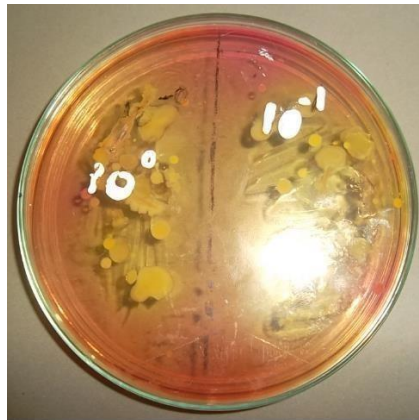
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 9: Proceso de obtención de las cápsulas.



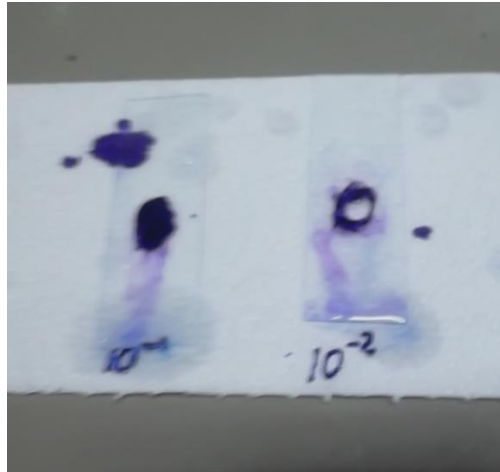
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 10: Proceso de cultivo bacteriano.



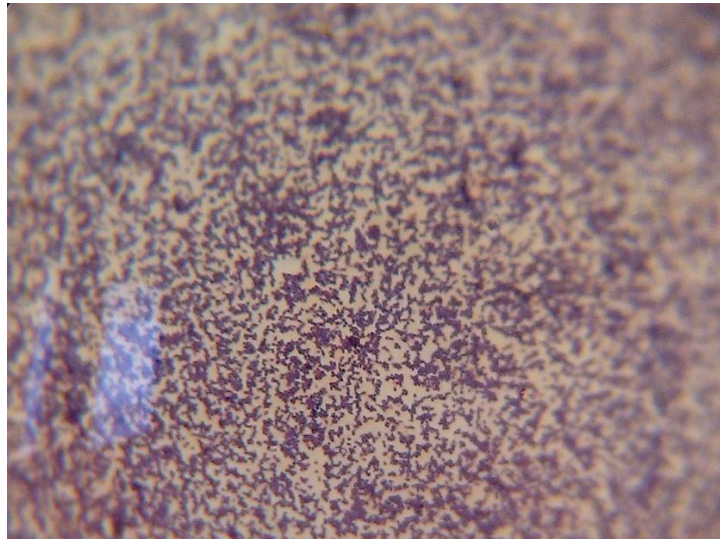
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 11: Tinción Gram.




Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 12: vista microscópica de bacilos subtilis.



Fuente: vista microscópica, 2016.

Anexo 1: Validación de Instrumentos

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 07
		Fecha : 31-03-2017
		Página : 1 de 1

Yo, María Raquel Maxe Malca Encargada de Laboratorio de Química de la Universidad César Vallejos – Filial Chiclayo, supervisé la ejecución de los análisis químicos de la tesis titulada:

“EVALUAR LA EFICIENCIA DEL BACILO SP INMOVILIZADO EN ALGINATO DE SODIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COLECTOR 3000”, del estudiante **ZAPATA VIGIL CRISTHIAN SILVER**.

Constato que, los resultados de dichos análisis, para determinar la concentración de nitratos en las muestras de aguas residuales, durante el periodo de cinco (05) semanas fueron:

SEMANA	PARÁMETRO	RESULTADOS
1	NITRATOS	927 mg/
2	NITRATOS	835 mg/l
3	NITRATOS	610 ml/l
4	NITRATOS	317 mg/l
5	NITRATOS	115 mg/l

Por lo tanto, la suscrita analizó el cumplimiento de los procedimientos para la determinación de los nitratos.

Pimentel, 05 de Abril de 2017

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



Dra. María Raquel Maxe Malca
Jefa de Laboratorio de Química/ Física

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

Anexo 2: Acta de aprobación de originalidad

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 07
		Fecha : 31-03-2017
		Página : 1 de 1

Yo, José Luis Rodas Cabanillas docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Filial Chiclayo, revisor de la tesis titulada:

“EVALUAR LA EFICIENCIA DEL BACILO SP INMOVILIZADO EN ALGINATO DE SODIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COLECTOR 3000”, del estudiante **ZAPATA VIGIL CRISTHIAN SILVER**.

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizo dicho reporte y concluyo 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.

Pimentel, 05 de septiembre de 2017

José Luis Rodas Cabanillas
DNI: 16796176

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

Anexo 3: Resultados Turniting

“EVALUAR LA EFICIENCIA DEL BACILO SP INMOVILIZADO EN ALGINATO DE SODIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COLECTOR 3000”.


INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	12%	2%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
2	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	NAVARRO SARMIENTO, JUAN DIEGO. "DISEÑO DE UN BIOFILTRO PARA DISMINUIR LA CONCENTRACIÓN DE H ₂ S DE UN REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO A PISTÓN (RAP)", UIS Ingenierías/16574583, 20071201 Publicación	1%
4	www.madrimasd.org Fuente de Internet	1%
5	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
6	lasbacteriaspatogenas.blogspot.com Fuente de Internet	1%

Autorización de publicación

 UCV <small>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</small>	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Crothian Silver Zapata Vigil, identificado con DNI N° 48091944 egresada de la Escuela de Ingeniería Ambiental, de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: Evaluar la Eficiencia del bacilo Sp. Inmovilizado en alginato de sodio para el tratamiento de aguas residuales del colector 3000;

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

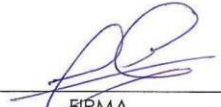
.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 48091944

FECHA: 06 de DICIEMBRE del 2018

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



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ZAPATA VIGIL CRISTHIAN SILVER

INFORME TÍTULADO:

EVALUAR LA EFICIENCIA DEL BACILO SP. INMOVILIZADO EN ALGINATO DE SODIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COLECTOR 3000

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 11/03/2018

NOTA O MENCIÓN: DIECISEIS (16)



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
