UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Efecto del biopolímero (quitosano) para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera, Ucayali, Perú.”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

JENIFER ALMENDRA PÉREZ RUIZ

Pucallpa – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

COMISION DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

070/2018-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa siendo las 11:15 am horas del día 31 de Julio del 2018. En cumplimiento al memorando múltiple N°085-2018-UNU-FCFyA-CGyT, se reunieron los miembros del jurado en la sala de docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales con la presencia de los docentes:

DR. CARLOS PANDURO CARBAJAL : PRESIDENTE
DR. EDGAR JUAN DIAZ ZUÑIGA : MIEMBRO
DR. MARCO ANTONIO CHOTA ISUIZA : MIEMBRO

Para evaluar la sustentación de tesis titulada **"EFECTO DEL BIOPOLIMERO QUITOSANO PARA LA REMOCION DE CLORUROS EN AGUAS PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN PETROLERA UCAYALI, 2018**". Presentado por el bachiller JENIFER ALMENDRA PEREZ RUIZ.

Terminando la sustentación se procedió a la formulación de las preguntas por los miembros del jurado calificador, habiendo siendo absueltas por la sustentante, razón por la cual la tesis ha sido APROBADA por UNANIMIDAD con el calificativo MUY BUENO. Por lo tanto, se le ha considerado APTO para optar el título profesional de INGENIERO AMBIENTAL, siendo asesor el Mg. Sc. FERMIN CAMPOS SOLORZANO.

A las 12:15 horas del mismo día se dio por concluido el acto académico.

……
Dr. Carlos Panduro Carbajal
PRESIDENTE

……
Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga
MIEMBRO

……
Dr. Marco Chota Isuiza
MIEMBRO

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, integrado por los siguientes Catedráticos:

Dr. Carlos Panduro Carbajal _____
Presidente

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza _____
Miembro

Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga _____
Miembro

Ing. Mg. Fermín Campos Solórzano _____
Asesor

Bach. Jenifer Almendra Perez Ruiz _____
Tesista

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, _____

Autor de la TESIS titulada:

_____

_____

_____

_____

Sustentada el año: _____

Con la asesoría de: _____

En la Facultad: _____

Escuela profesional de: _____

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:
Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.
Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.
Tercero: Autorizo la publicación,

☐ **Total** (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio)

☐ **Parcial** (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: ____ / ___/ _____
Email:_____ Firma: _____
Teléfono: _____ DNI: _____

ÍNDICE GENERAL

ACTA DE APROBACIÓN ii
ÍNDICE GENERAL iv
LISTA DE TABLAS viii
LISTA DE FIGURAS ix
ANEXOS x
ICONOGRAFIA xi
DEDICATORIA xii
AGRADECIMIENTO xiv
RESUMEN xv
ABSTRACT xvi
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.1. FORMULACION DE PROBLEMA 3
1.2. JUSTIFICACIÓN 5
1.3. OBJETIVOS 6
1.3.1. Objetivo General 6
1.3.2. Objetivos Específicos 6
1.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES 6
1.4.1. Hipótesis 6
CAPÍTULO II 8
2. MARCO TEÓRICO 8

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 8
2.2. PLANTEAMIENTO TEORICO 10
2.2.1. Petróleo y el gas natural 10
2.2.1.1. Origen del petróleo y el gas natural 10
2.2.1.2. Extracción de petróleo y gas natural 13
2.2.2. Límites máximos permisibles de efluentes líquidos del sub sector hidrocarburos. 22
2.2.3. Camarón de rio 23
2.2.3.1. Ficha taxonómica de la especie 24
2.2.3.2. Aspectos morfológicos: 25
2.2.3.3. Aspectos reproductivos 26
2.2.3.4. Distribución geográfica: 26
2.2.4. Quitina y quitosano 27
2.2.4.1. Principales aplicaciones 32
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 35
2.3.1. Aguas residuales domésticas 35
2.3.2. Índice de eficiencia 35
2.3.3. Límites máximos permisibles 35
2.3.4. Porcentaje de remoción 36
CAPÍTULO III 37
3. METODOLOGÍA 37
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 37
3.2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO 37
3.2.1. Ubicación 37
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 38

3.4. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 40
3.4.1. Obtención del quitosano..... 40
3.4.2. Pruebas de jarras..... 46
3.5. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 47
3.5.1. Técnicas analíticas..... 47
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos..... 49
3.5.2.1. Materiales..... 49
3.5.2.2. Equipos 49
3.5.2.3. Reactivos 50
3.6. PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS..... 50
3.7. TRATAMIENTO DE DATOS. 50
CAPÍTULO IV 52
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 52
4.3. RESULTADOS..... 52
4.3.1. Caracterización de las aguas de producción petrolera estudiada. 52
4.3.2. Resultados de los tratamientos de aguas residuales de producción petrolera con quitosano por la metodología convencional. 53
4.3.2.1. Eficiencia de remocion de cloruros 57
4.3.2.2. Resultados del tratamiento por el método convencional según dosis y pH. ……58
4.3.2.3. Resultados del tratamiento por el método convencional según dosis y tiempo. ……61
4.3.2.4. resultados del tratamiento convencional con quitosano combinado con estabilización..... 64
CAPÍTULO V 65
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 65

5.3. CONCLUSIONES 65
5.4. RECOMENDACIONES 66
VI. BIBLIOGRAFIA 67
6. VII. ANEXOS 72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de plataformas de perforación submarina. 15
Tabla 2. LMP de efluente líquido del sub sector de hidrocarburos DS.037-2008-PCM 22
Tabla 3. Tratamientos de datos mediante el ANOVA. 51
Tabla 4. Tratamientos del estudio. 51
Tabla 5. Características de las muestras de agua de producción petrolera estudiada. 52
Tabla 6. Resultados de tratamientos de aguas residuales de producción petrolera con quitosano. 53
Tabla 7 Pruebas de los efectos inter-sujetos (ANOVA FACTORIAL). 54
Tabla 8 Comparación múltiple de la variable pH con TUkey al 0.05. 55
Tabla 9 comparación múltiple de la variable dosis con Tukey al 0.05 55
Tabla 10 Comparación múltiple de la variable TAG con Tukey al 0.05 56
Tabla 11. Eficiencia de remoción de cloruros utilizando quitosano 57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. La descomposición de la materia orgánica en un medio anaeróbico, y bajo elevada, vega (2007). 12
Figura 2. Yacimiento entrapado en una capa de roca no porosa y un domo salinifero, Vega (2007). 15
Figura 3 Esquema de una torre de perforación, Vega (2007). 17
Figura 4. Perforación direcciona, vega (2007)..... 19
Figura 5. Camarón de Rio 24
Figura 6. Morfología del Camarón, Bahamonde & Villa (1971). 25
Figura 7. Estructura química de la quitina y del quitosano, Standford (1989). 28
Figura 8. Esquema simplificado para la obtención de quitina y quitosano a partir de conchas de crustáceos, Cristobal (2006). 32
6. Figura 9. Área de las lagunas de estabilización de la PTAR de EMAPACOP S.A…… 38
Figura 10. Plano de la laguna de estabilización (EMAPACOP S.A., 2015)..... 39
Figura 11. Diagrama de procesos de obtención de la quitina y quitosan, Giraldo (2015). 40
Figuran 12. Descamado, lavado y secado del exoesqueleto de camarón en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018. 41
Figura 13. Molienda del exoesqueleto secado del camarón en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018. 41
Figura 14. Desproteinizacion del polvo de la cascara del crustáceo en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018. 43
Figura 15 Proceso de la desmineralización a temperatura a temperatura ambiente y el polvo desmineralizado luego de ser secado en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018. 44
Figura 16. Desacetilación de la quitina y obtención del quitosano en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018. 45
Figura 17. Solubilización del quitosano al 0.5% (PEGADO) con ácido acético en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018. 46

Figur-a 18. Prueba de jarra, agregado de la muestra, adecuación del pH y dosificación del quitosano soluble en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018. 47
Figura 19. Tratamiento de aguas de producción petrolera con dosis de 30 ml de quitosano soluble. 58
Figura 20. Tratamiento de aguas de producción petrolera con dosis de 60 ml de quitosano soluble 59
Figura 21 .Tratamiento de aguas de producción petrolera con dosis de 120 ml de quitosano soluble. 60
Figura 22. Eficiencia del tratamiento con una dosis de 30ml de quitosano soluble según el tiempo de agitación 61
Figura 23. Eficiencia del tratamiento con una dosis de 60ml de quitosano soluble según el tiempo de agitación. 62
Figura 24. Eficiencia del tratamiento con una dosis de 120ml de quitosano soluble según el tiempo de agitación. 63
Figura 25. Eficiencia de remoción de cloruros del tratamiento convencional con quitosano combinado con estabilización. 64

ANEXOS

Anexo 1 Protocolo estandarizado de análisis del kit de cloruros 72
Anexo 2 Análisis estadístico ANOVA 73
Anexo 3 Certificado de análisis de los tratamientos. 77
Anexo 4 Certificado de Estandarización del kit de cloruros. 86
Anexo 5. Iconografías 87

ICONOGRAFIA

Fotografía 1. Descamado y lavado del exoesqueleto del camarón 87
Fotografía 2 . Exoesqueleto del camarón antes del secado..... 87
Fotografía 3 . Exoesqueleto ingresando al horno de secado 88
Fotografía 4. Exoesqueleto del camarón antes del secado..... 88
Fotografía 5 . Pesado del exoesqueleto de camarón 89
Fotografía 6 . Pesado del exoesqueleto después del secado 89
Fotografía 7. Primera molienda del exoesqueleto de camarón 90
Fotografía 8. Segunda molienda del exoesqueleto de camarón 90
Fotografía 9 . Muestras de aguas de producción petroleras para las pruebas experimentales. 91
Fotografía 10. Calibración del potenciómetro de pH , con sus respectivos estándares de 4 , 7 y 10 91
Fotografía 11. Desproteinizacion..... 92
Fotografía 12. Desmineralización del polvo desproteinisado 92
Fotografía 13. Quitina mas pigmento secado posterios a la desmineralizacion. ... 93
Fotografía 14. Desacetilación..... 93
Fotografía 15. Filtrado del quitosano..... 94
Fotografía 16. Lavado y filtrado del quitosano..... 94
Fotografía 17. Quitosano final, después del lavado y secado. 95
Fotografía 18. Materiales para la Solubilización del quitosano..... 95
Fotografía 19. Preparación del quitosano soluble al 0.5% con ácido acético. 96
Fotografía 20. Quitosano al 0.5%. 96
Fotografía 21. Toma de 1 Litro de muestra para la prueba de jarra. 97
Fotografía 22. Agregado de la muestra en el contenedor para la prueba de jarra. 97
Fotografía 23. Regulación del pH de la muestra con ácido clorhídrico. 98
Fotografía 24. Aplicación de la dosis en la muestra. 98
Fotografía 25. Medición de pH y conductividad posterior al tratamiento. 99

Fotografía 26. Test kit HACH para medición de cloruro. 99
Fotografía 27. Dilución de la muestra para el análisis. 100
Fotografía 28. Mescla del reactivo para el análisis de cloruros 100

DEDICATORIA

A Dios, por darme vida y salud, llenándome de esa fuerza espiritual en cada momento, por ser el que guía mi vida y alimenta mi espíritu por llenarme de sabiduría para tomar cualquier tipo de decisión y así poder cumplir todos mis objetivos y metas trazadas.

A mis padres Pricila Ruiz Cárdenas y Alcibíades Pérez Montes, por ser mi fortaleza día a día, por sus enseñanzas y sus consejos, por motivarme, creer en mí y por el apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida y sobre todo en esta etapa estudiantil.

AGRADECIMIENTO

- A los representantes de la empresa CEPSA PERUANA, por las facilidades y permitirme realizar estudios en su planta de tratamiento de aguas residuales.
- A la Universidad Nacional de Ucayali, por ser mí casa durante este tiempo y permitirme ser una profesional.
- A la Facultad de Ciencias de la Salud por permitirme realizar la tesis en el Laboratorio de Microbiología y Parasitología.
- Al Ing. Mg. Fermín Campos Solórzano, Asesor de la Tesis, por su esfuerzo y dedicación quien, con sus conocimientos, su experiencia y su paciencia, me han motivado durante mi formación profesional.
- Al biólogo Eric Mananita Terrones por brindarme su apoyo constante y conocimientos.
- A Paul Reátegui Ramos, encargado del Laboratorio de Microbiología y Parasitología, por las facilidades y apoyo durante la realización de la tesis.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto del biopolímero quitosano para la remoción de cloruros (Cl^-) en aguas procedentes de la producción petrolera (APP). Se utilizó el quitosano extraído a partir del exoesqueleto del camarón de rio (*Cryphiops caementarius*), los tratamientos con metodología convencional se llevaron a cabo agregando quitosano al 0,5% en dosis de 30 ml/l, 60 ml/l y 120 ml/l de APP con un pH de 4, 7 y 10 y en periodos de tiempo de 5, 15 y 30 minutos en agitación constante; a los tratamientos más eficientes en remoción de cloruros se aplicó un tratamiento adicional, que consiste en estabilización por 1, 6 y 12 horas. Los tratamientos por metodologías convencionales tuvieron una eficiencia variada destacando el tratamiento con pH 4 con dosis de 60 ml/l y a tiempos de 15 y 30 minutos, existiendo diferencias significativas entre los tratamientos y combinaciones llegando a 48,6% de cloruros removidos. En los tratamientos convencionales combinado con estabilización el quitosano presento mejor eficiencia siendo el tratamiento a pH 4 con dosis de 60ml/l y a un periodo de tiempo de 12 horas existió mayor porcentaje de remoción de cloruros llegando a 66%.

Palabras clave: Cloruros, Quitosano, Remoción, Aguas de Producción petrolera.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of the chitosan biopolymer for the removal of chlorides (Cl-) in waters derived from petroleum production (APP). We used the chitosan extracted from the exoskeleton of the river shrimp (Cryphiops caementarius), the treatments with conventional methodology were carried out adding 0.5% chitosan in doses of 30 ml / l, 60 ml / l and 120 ml / l of APP with a pH of 4, 7 and 10 and in periods of time of 5, 15 and 30 minutes in constant agitation; To the most efficient treatments in chloride removal, an additional treatment was applied, consisting of stabilization for 1, 6 and 12 hours. The treatments by conventional methodologies had a varied efficiency highlighting the treatment with pH 4 with doses of 60 ml / l and at times of 15 and 30 minutes, there being significant differences between treatments and combinations reaching 48,6% of removed chlorides. In the conventional treatments combined with stabilization, chitosan presented better efficiency, being the treatment at pH 4 with a dose of 60ml / l and a period of time of 12 hours, there was a greater percentage of chloride removal reaching 66%.

Keywords: Chlorides, Chitosan, Removal, Oil Production Waters.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, la explotación, producción, transporte, almacenamiento y comercialización de hidrocarburos del petróleo y sus derivados, se han convertido en una problemática ambiental debido a los grandes vertimientos de combustibles que se generan. Las complejas características que presentan estos compuestos los ha clasificado como contaminantes primarios USEPA (2001), ya que por su solubilidad en el agua pueden ser fácilmente movilizados, incrementando la posibilidad de ser incorporados en otros ambientes, ingeridos por el hombre y dar origen a enfermedades (ATSDR, 1999).

Durante la perforación se tiene que atravesar diferentes capas geológicas, una de estas capas es una capa salina. Asimismo, se perforan para la evacuación subterránea del agua salada que se separa del crudo y el gas Vega (2007). Estas aguas que se evacuan no pueden ser vertidas a un cuerpo de agua sin previamente ser tratadas con un sistema avanzado ya que las altas concentraciones de cloruros lo requieren.

El tratamiento para disminuir el exceso de cloruros se puede llevar a cabo de dos formas: mediante un proceso físico con el uso de filtros especializados que capturan los compuestos a bases de cloruros y otros, o mediante un método químico utilizando un compuesto como el quitosano que posee una alta densidad de cargas, tiene la capacidad de quelar iones metálicos (Fe, metales pesados, etc.) y de adherirse fácilmente a superficies cargadas negativamente. (Sandford, 1989).

El quitosano tiene un gran potencial industrial, destacándose su uso, (Lang & Clausen, 1989). El tratamiento de aguas es una de las áreas más importantes debido a que el quitosano y la quitina son sustancias “ambientalmente amigables”. Entre los principales usos que se hacen en la actualidad de estos biomateriales, y algunos de sus derivados, en este campo tenemos: coagulante primario para

aguas residuales de alta turbidez y alta alcalinidad, floculante para la remoción de partículas coloidales sólidas y aceites de pescado y captura de metales pesados y pesticidas en soluciones acuosas. Algunos copolímeros de injerto del quitosano muestran alta efectividad para remover metales pesados, especialmente los derivados de ácidos alquenodióicos. (Cistobal , 2006).

El proyecto tuvo como objetivo general determinar el efecto del biopolímero (quitosano) en la

remoción de cloruros en aguas de producción petrolera (APP); además de como objetivos específicos se determinó la concentración más eficiente de quitosano para la remoción de cloruros en APP, se determinó el tiempo adecuado de remoción de cloruros en APP y se evaluó el pH adecuado para la remoción de cloruros en APP.

El proyecto inicio con la recolección de exoesqueleto de camarón de rio desechado por las empresas de exportación de pescados y mariscos del centro sur del Perú, se lavó con abundante agua el exoesqueleto para retirar residuos de materia orgánica, se procedió al secado y molido, posteriormente se inició el proceso de desproteinización siguiendo con la desmineralización con la cual se obtiene la quitina y a esta pasa por el proceso de des acetilación para obtener el quitosano, para que el quitosano pueda ser utilizado como biopolímero se procede a una solubilización con ácido acético y por último se procedió a los comenzar con los tratamientos en diferentes dosis de 30, 60 y 120 ml de quitosano al 0,5% por cada litro de APP a diferentes pH de 4, 7 y 10 con tiempos de agitación de 5, 10 y 15 minutos y por ultimo una estabilización por reposo de 1, 6 y 12 horas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. FORMULACION DE PROBLEMA

A lo largo de los años, la explotación, producción, transporte, almacenamiento y comercialización de hidrocarburos del petróleo y sus derivados, se han convertido en una problemática ambiental debido a los grandes vertimientos de combustibles que se generan. Las complejas características que presentan estos compuestos los ha clasificado como contaminantes primarios USEPA (2001), ya que por su solubilidad en el agua pueden ser fácilmente movilizados, incrementando la posibilidad de ser incorporados en otros ambientes, ingeridos por el hombre y dar origen a enfermedades ASTDR (1999).Ante esta situación, diferentes alternativas convencionales y biológicas se han aplicado con el fin de reducir el efecto que dichos vertimientos ocasionan y para ello, investigadores a nivel mundial se han enfocado en evaluar la fitorremediación como una solución que por su costo–efectividad y aporte paisajístico pueden ser usados para biorremediar estas aguas mezcladas con combustibles, reduciendo el riesgo de contaminación de las quebradas y ríos.

Si bien el ahorro potencial derivado del control del agua es importante en sí mismo, tiene más valor la reducción del impacto generado por la descarga de agua, viéndose desde una perspectiva ambiental. Por ello, la industria del petróleo ha visto la necesidad de regular los procedimientos en las operaciones que involucran el tratamiento de aguas de producción y refinación, por creciente presión que ha generado a nivel mundial el impacto ambiental que estas producen, reflejándose en la adopción progresiva de métodos estándar para el examen de aguas residuales.

A nivel mundial, diferentes tecnologías han sido evaluadas para el tratamiento de aguas contaminadas con hidrocarburos, pero no obstante el uso de tratamientos

fisicoquímicos donde se emplea carbón activado, microorganismos, sustancias químicas, aire y otros, implican relativos altos costos de inversión y operación que dificultan su aplicación. (Susarla, et al, 2002)

En este sentido, existe un biopolímero con excelentes propiedades coagulantes y una amplia gama de aplicaciones, el quitosano. El quitosano se obtiene de la desacetilación de la quitina, presente en el exoesqueleto de artrópodos y zooplancton marino, formando parte de la pared celular de algunas familias de hongos y levaduras, además en alas de algunos insectos (Hernandez I. , 2004).La obtención requiere tratamiento de desmineralización *(Hel),* desproteinización (*NaOH*) y desacetilación, *(NaOH).* Empleando diferentes condiciones de temperatura, tiempo de reacción y concentraciones de los ácidos y bases (Gacen & Gacen, 1996)

El presente trabajo resolverá las siguientes interrogantes:

¿Es eficiente el Biopolímero (Quitosano) para la remoción de cloruros en las aguas procedentes de la producción petrolera?

¿Cuál será la concentración del quitosano (biopolímero) más eficiente para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera?

¿Cuál será el tiempo determinado para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera utilizando el biopolímero (quitosano)?

¿Cuál será el pH adecuado para la remoción de cloruros en aguas procedentes de producción petrolera utilizando el Biopolímero (quitosano)?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los derrames accidentales que durante años han contaminado suelos y aguas con hidrocarburos, y los vertimientos de aguas mezcladas con combustibles generados durante las actividades diarias en las estaciones de servicio, ahora requieren de una pronta remediación, ya que la presencia de estos no solo afectan la capa superficial del suelo y las fuentes hídricas superficiales por disposición o escorrentía, sino que también puede ser fácilmente desplazado hacia las capas freáticas, alterando las características de las aguas subterráneas.

Al alterar la calidad del agua lo vuelve impropia y peligrosa para el consumo humano generando enfermedades en la salud de las personas y afectando en las actividades como la industria, la agricultura, la pesca, actividades recreativas.

El aumento de los costos y la limitada eficacia de los tratamientos fisicoquímicos han estimulado el desarrollo de nuevas tecnologías.
En nuestro país se debe investigar y desarrollar el uso de alternativas que aprovechen y apliquen los procesos naturales en el ecosistema para el tratamiento de aguas de producción petrolera. Puesto que las tecnologías convencionales que han sido investigadas y utilizadas en los países desarrollados, pueden ser muy eficientes, pero generalmente los costos son muy altos, tanto de construcción como de operación.

Esta investigación propone una alternativa en el aspecto económico, ambiental y social puesto que se utilizaría recursos naturales es decir, el empleo del quitosano obtenido del caparazón del camarón como alternativa de tratamiento de aguas de producción petrolera ya que puede aportar una solución económica, eficiente y viable para reducir el aporte contaminante de estos compuestos a las fuentes de agua, de donde este recurso es captado para el abastecimiento y se disminuiría la compra de equipos costosos que varias empresas privadas ofertan para el tratamiento de aguas producidas; .Así mismo el beneficio al recurso hídrico es muy notorio ya que se cumpliría con los LMP (límites máximos permisibles) para

efluentes Líquidos para el Subsector Hidrocarburos, evitando de esta forma contaminar los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, interrumpir el ciclo hidrobiológico y alterar aspectos paisajísticos; como también, evitar enfermedades a la población y que estos puedan realizar sus actividades con total normalidad.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

✓ Determinar el efecto del Biopolímero (Quitosano) para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera.

1.3.2. Objetivos Específicos

✓ Evaluar la concentración más eficiente de quitosano (biopolímero) para remover cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera.

✓ Determinar el tiempo adecuado para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera utilizando el quitosano (Biopolímero).

✓ Evaluar el pH adecuado para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera utilizando el quitosano (Biopolímero

1.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.4.1. Hipótesis

General

El Biopolímero es eficaz en la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera.

Específicos

La concentración más eficiente del quitosano para remover cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera es una de las dosis que se aplicara.

- ✓ La remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera utilizando el quitosano se dará en un determinado tiempo.
- ✓ La remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera utilizando el quitosano se dará con un pH determinado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Internacional.

Se trata de Tafur & Quevedo (2014), quien investigó acerca de la **"Alternativa para el tratamiento de aguas residuales cromadas con quitosano extraído del exoesqueleto de camarón"**. Donde se comparó la eficiencia del QE con el quitosano comercial grado analítico (QC) y con un coagulante convencional (cloruro férrico). Las ARC se caracterizaron antes y después de cada tratamiento, evaluando turbidez y determinando la dosis óptima para cada coagulante. De acuerdo a las dosis óptimas se evaluó pH, solidos suspendidos (SS), sólidos disueltos (SD), sólidos totales (ST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y contenido de cromo (Cr+3). El *QE* fue eficiente para la remoción de contaminantes presentes en las ARC, obteniéndose remociones superiores al 45% en cada parámetro de estudio, cumpliendo con la normatividad vigente. El Quitosano se presenta como alternativa innovadora en el tratamiento de aguas residuales del proceso de curtido en una planta de curtiembres (ARC)

Otro antecedente es realizado por Nieto & Orellana (2011), quien investigó acerca de la "**Aplicación del quitosano como promotor de floculacion para disminuir la carga contaminante**". Donde su estudio de la eficiencia del quitosano presente en la cascara de camarón(Penaeus Vannamei) para eliminar la carga contaminante de los metales como el cromo hexavalente disuelto en una matriz de agua, como método se hizo la prueba en jarras con varias muestras de agua contaminada, estableciendo tres variables independientes con tres niveles para cada muestra: el pH del agua contaminada(5-7-9), tiempo de floculación(5,15 y 30 minutos) y dosis de la solución del quitosano(15, 30 y 60

mililitros), y el agua contaminada fue preparada en el laboratorio mediante dilución de dicromato de potasio en agua potable, y dio como conclusión que el rendimiento del quitosano en la remoción de cromo hexavalente fue entre el 40 y el 90%, valores que muestran su amplia efectividad como descontaminante, y que los mejores rendimientos se obtuvieron en tiempos de floculación cortos (5 y 15 minutos).

Se trata de Caldera *et al* (2009), quien investigó acerca del "**Quitosano como coagulante durante el tratamiento de aguas producción de petróleo**". Donde se evaluó la eficiencia del quitosano como coagulante durante el tratamiento de aguas de producción petrolera(APP), evaluándose las concentraciones de 24, 30, 36, 42 y 48 mg/L, respectivamente. El *QC* fue más eficiente para la remoción de turbidez, color, demanda química de oxígeno (DQO) e hidrocarburos presentes en las APP, obteniéndose remociones de 90,71 %, 90,66%, 50,68% y 70,12%, respectivamente, para la concentración de 36 mg/L; mientras que el QL removió, para la misma concentración, 73,81%, 77,08%, 52,05% Y 67,52%, respectivamente. El quitosano como coagulante podría ser una alternativa de tratamiento para las APP.

Nacionales

Se trata de Campos *et al* (2017), quien investigo acerca del **"Efecto antimicrobiano del quitosano y cascara de naranja en el tratamiento de aguas residuales".** Donde los resultados mostraron que el quitosano, extracto acuoso de cascara de naranja y su combinación son efectivos en la inhibición de las cepas bacterianas estudiadas, observando que las Gram positivas son más sensibles que las Gram negativas a los tratamientos. La combinación de quitosano y extracto acuoso de cascara de naranja (50-50%) fue el tratamiento con mejor acción antimicrobiana, posiblemente porque la cascara de naranja aumenta la solubilidad al acidificar la solución, potencializando la actividad antibacteriana del

quitosano. Demostrando que son agentes eficientes para ser usados en el tratamiento de aguas residuales.

2.2. PLANTEAMIENTO TEORICO

2.2.1. Petróleo y el gas natural

Los crudos de petróleo y los gases naturales están constituidos por una mezcla de hidrocarburos: unas moléculas formadas por átomos de carbono e hidrógeno, que Contienen de 1 a 60 átomos de carbono. Las propiedades de estos hidrocarburos dependen del número y de la disposición de los átomos de carbono e hidrógeno en sus moléculas. Los hidrocarburos que tienen hasta 4 átomos de carbono suelen ser gases; si comprenden entre 5 y 19, son generalmente líquidos, y cuando abarcan 20 o más, son sólidos. Además de hidrocarburos, los crudos de petróleo y los gases naturales contienen compuestos de azufre, nitrógeno y oxígeno, junto con trazas de metales (como el níquel y el vanadio) y otros elementos. Nunca se han encontrado dos yacimientos petrolíferos con la misma composición exacta. Por otro lado, el gas natural es un compuesto no tóxico, incoloro e inodoro, constituido por una mezcla de hidrocarburos en la que su principal componente es el metano. Su composición química, no obstante, varía sensiblemente según su procedencia, ya que acostumbra a ir acompañado de otras moléculas o elementos como el ácido sulfhídrico (H_2S), el dióxido de carbono (CO_2), el nitrógeno (N_2) o el helio (He), que se extrae cuando el gas natural se destina a usos industriales y domésticos. (Vega, 2007)

2.2.1.1. Origen del petróleo y el gas natural

El origen del petróleo y del gas natural debemos buscarlo en los procesos de descomposición anaeróbica de la materia orgánica, que tuvieron lugar entre 240 y 70 millones de años atrás, durante la época en la que los grandes reptiles y los dinosaurios habitaban el planeta (Era del Mesozoico). Esta materia orgánica

provenía de la vegetación y organismos marinos, que se fueron acumulando en el fondo de plataformas costeras o en las cuencas poco profundas de estanques, y que fueron sepultadas bajo sucesivas capas de tierra por la acción de los fenómenos naturales, quedando sedimentados y comprimido. (Vega, 2007)

El petróleo y el gas natural son recursos no renovables, llamados así por su proceso de formación que dura centenares de miles de años, e incluso hasta millones de años en lo que se conoce como roca madre; estos recursos son encontrados en rocas principalmente arsénicas y calizas, las cuales el hidrocarburo migra y se aloja en la roca reservorio como consecuencia de la elevada permeabilidad y la gran porosidad, dándole como nombre productos convencionales. (Marcellesi, 2012).

Al ser el petróleo y el gas más ligeros que el agua, ascendieron y llenaron los huecos creados en estas formaciones superpuestas. El movimiento ascendente cesó cuando el petróleo y el gas alcanzaron estratos densos e impermeables superpuestos o roca no porosa. El petróleo y el gas llenaron los huecos de los mantos de roca porosa y los yacimientos subterráneos naturales, como las arenas saturadas, situándose debajo petróleo, más pesado, y encima el gas, más ligero. Originalmente, estos huecos eran horizontales, pero el desplazamiento de la corteza terrestre creó bolsas, denominadas fallas, anticlinales, domos salinos y trampas estratigráficas, donde el petróleo y el gas se acumularon en yacimientos. (Kraus, 1998)

Siendo la permeabilidad y porosidad las propiedades que brindan las características para la extracción de los hidrocarburos convencionales, ya que la producción se basa en hacer una perforación en la formación (roca) que contiene el gas o petróleo, y extraer desde ese único punto la mayor cantidad posible. (Gonzalez, 2015).

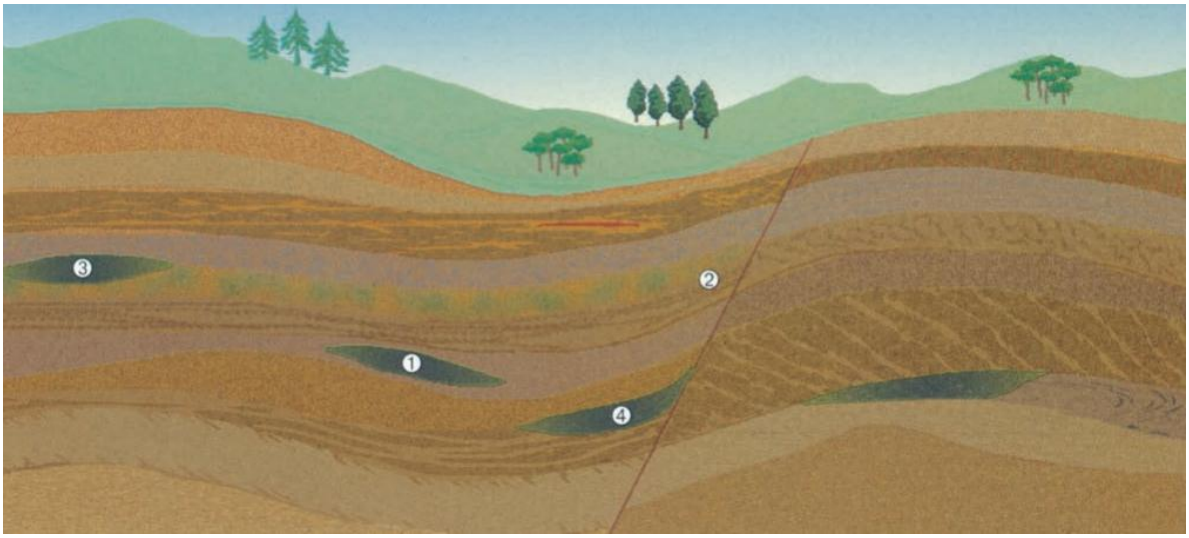


Figura 1. La descomposición de la materia orgánica en un medio anaeróbico, y bajo elevada, vega (2007).

Las trampas de petróleo están constituidas siempre por una roca impermeable que recubre la roca almacén. El tipo de trampas o bolsas en las que habitualmente se acumula el petróleo son de tres clases:

• (1) Estrato en forma de bolsa alargada, paralela a los estratos superiores e inferiores en la que se concentra la bolsa;

• (2) Falla que se forma por una fractura de la corteza terrestre y desplaza los estratos; cuando uno de los estratos que contiene petróleo tropieza con una roca impermeable, se forma la bolsa;

• (3) Replegamiento o deformación del subsuelo que almacena el petróleo en la parte inferior de la cúpula que forma el terreno.

• (4) Capa de sal.

2.2.1.2. Extracción de petróleo y gas natural

Según Vega (2007), afirma que una vez acabada la fase de prospección, se realiza un sondeo para averiguar si un pozo contiene suficiente petróleo o gas natural como para que su explotación sea rentable. Este sondeo se realiza con una máquina muy potente instalada en una torre de perforación, que Agujerea lentamente el suelo, hasta llegar al punto donde está el yacimiento. A medida que el taladro avanza, se van colocando tubos por los cuales el petróleo, o el gas natural, será conducido hasta la superficie. En los casos en que el sondeo se realiza en el mar, se utilizan plataformas o barcos especiales, equipados con todos los elementos necesarios para llevar a cabo las prospecciones y la extracción.

2.2.1.2.1. Tipos de pozos

Pozos de exploración. Después del análisis de los datos geológicos y de las prospecciones geofísicas se perforan pozos de exploración, en tierra firme o en el mar. Los pozos de este tipo que se perforan en zonas donde no se había encontrado antes petróleo ni gas se denominan pozos experimentales o de cateo. Los pozos donde se encuentra petróleo o gas reciben el nombre de “pozos de descubrimiento”. Otros pozos de exploración, conocidos como “pozos de delimitación” o “de valoración”, se perforan para determinar los límites de un yacimiento después del descubrimiento, o para buscar nuevas formaciones que contengan petróleo o gas, situadas cerca o debajo de las que ya se sabe que contienen el producto. A un pozo donde no se encuentra petróleo ni gas, o sólo en cantidades demasiado escasas para una producción económica, se le llama “pozo seco”.

Pozos de desarrollo. Después de un descubrimiento se determina de forma aproximada la extensión del yacimiento mediante una serie de pozos de delimitación o de valoración. Acto seguido se perforan pozos de desarrollo para producir gas y petróleo, cuyo número depende de la definición esperada del nuevo yacimiento, tanto en tamaño como en productividad. Debido a la incertidumbre

acerca de la forma o el confinamiento de los yacimientos, algunos pozos de desarrollo pueden resultar pozos secos. A veces, la perforación y la producción se realizan simultáneamente.

Pozos de geopresión y geotérmicos. Son pozos que producen agua a una presión (7.000 psi) y una temperatura (149 °C) extremadamente elevadas, la cual puede contener hidrocarburos. El agua se convierte en una nube de vapor caliente y gases que se expande rápidamente al ser liberada a la atmósfera debido a una fuga o una rotura.

Pozos mermados o casi agotados. Son los que producen menos de diez barriles de petróleo diarios en un yacimiento. Pozos de múltiples zonas. Cuando se descubren múltiples formaciones productivas al perforar un solo pozo, puede introducirse una columna de tubos en un mismo pozo para cada una de las formaciones. El petróleo y el gas de cada formación se dirigen a su respectiva tubería y se aíslan de los demás mediante obturadores, que sellan los espacios anulares entre la columna de tubos y el revestimiento. Son los denominados pozos “de múltiples zonas”.

Pozos de inyección. Bombean aire, agua, gas o productos químicos a los yacimientos de los campos de producción, ya sea para mantener la presión o para desplazar el petróleo hacia pozos de producción mediante fuerza hidráulica o un aumento de la presión.

Pozos de servicio. Son los que se utilizan para operaciones de pesca de tubos o accesorios y operaciones con cable de acero, colocación de obturadores o tapones, o retirada y rehabilitación. Asimismo, se perforan para la evacuación subterránea del agua salada que se separa del crudo y el gas.

Tabla 1. Tipos de plataformas de perforación submarina.

Tipo de plataforma	Profundidad (m)	Descripción
Barcazas y plataformas sumergibles	15–30	Barcazas o plataformas que se remolcan hasta el lugar de la perforación y se hunden y apoyan en el fondo. Columna inferior con capacidad de flotación para mantener la torre de perforación a flote cuando se mueve.
Con gato (sobre soportes)	30–100	Plataformas móviles flotantes autoelevadoras, cuyos soportes se elevan para poder remolcarlas. Una vez en el lugar de la perforación, se bajan los soportes hasta el fondo y después se extienden para elevar la plataforma por encima del nivel del agua.
Plataformas flotantes	100–3,000+	Estructuras de gravedad de hormigón armado de grandes dimensiones, autónomas, con varios niveles, que se remolcan hasta el lugar de la perforación, se sumergen con lastre de agua hasta una profundidad predeterminada, para que las columnas y los dispositivos estabilizadores contrarresten el oleaje, y se anclan. Con frecuencia, el crudo se almacena en las columnas hasta su descarga.
		Plataformas flotantes más pequeñas, suspendidas de la misma forma, que soportan únicamente el equipo de perforación y son atendidas por una embarcación de servicio
Barcazas de perforación	30–300	Barcazas autopropulsadas, flotantes o semisumergibles.
Barcos de perforación	120–3,500+	Barcos flotantes o semisumergibles muy avanzados, de diseño especial.
Plataformas fijas	0–250	Plataformas construidas sobre soportes de acero (blindajes) que se hunden y fijan en el lugar de la perforación, e islas artificiales utilizadas como plataformas.
Plataformas submarinas	ND	Instalaciones de producción subacuáticas.

Fuente: (Kraus, 1998).

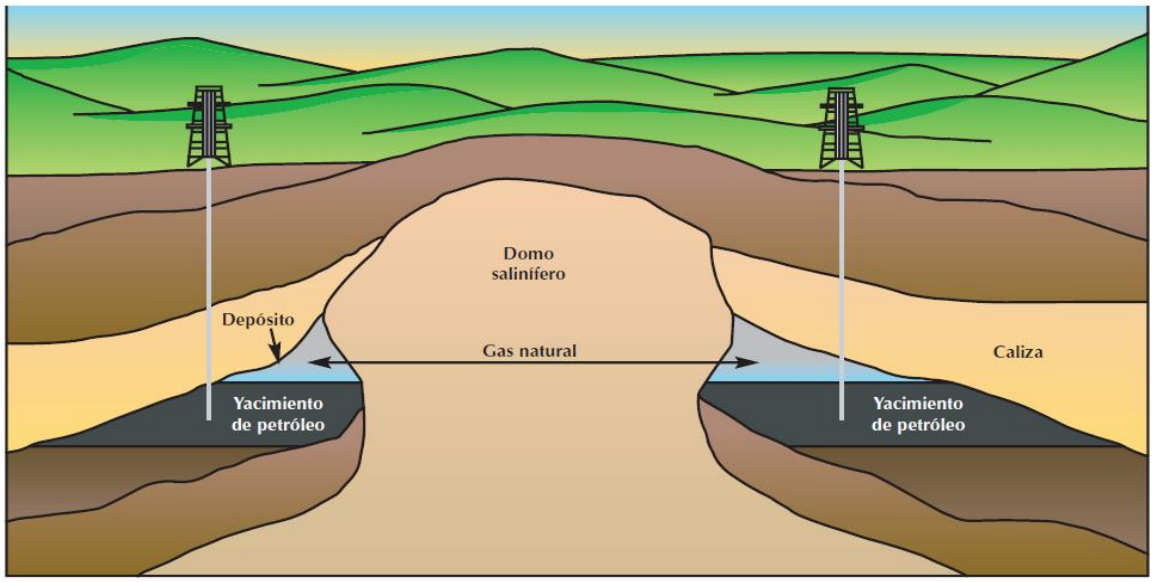


Figura 2. Yacimiento entrapado en una capa de roca no porosa y un domo salinifero, Vega (2007).

2.2.1.2.2. Métodos de perforación

Equipos de perforación.

Según Cristóbal (2006), Los equipos de perforación básicos contienen una torre, una tubería de perforación, un cabrestante de gran capacidad para bajar y subir la tubería de perforación, una mesa o plataforma que hace girar la tubería y la barrena, una mezcladora y una bomba de lodos, y un motor para el accionamiento de la plataforma giratoria y el cabrestante. Se pueden montar sobre camiones sondas o perforadoras pequeñas que se utilizan para perforar pozos de exploración o de prospección sísmica, con objeto de trasladarlas de un lugar a otro. Las perforadoras grandes se instalan en el lugar de la perforación o tienen torres portátiles articuladas (plegables) para facilitar la manipulación e instalación.

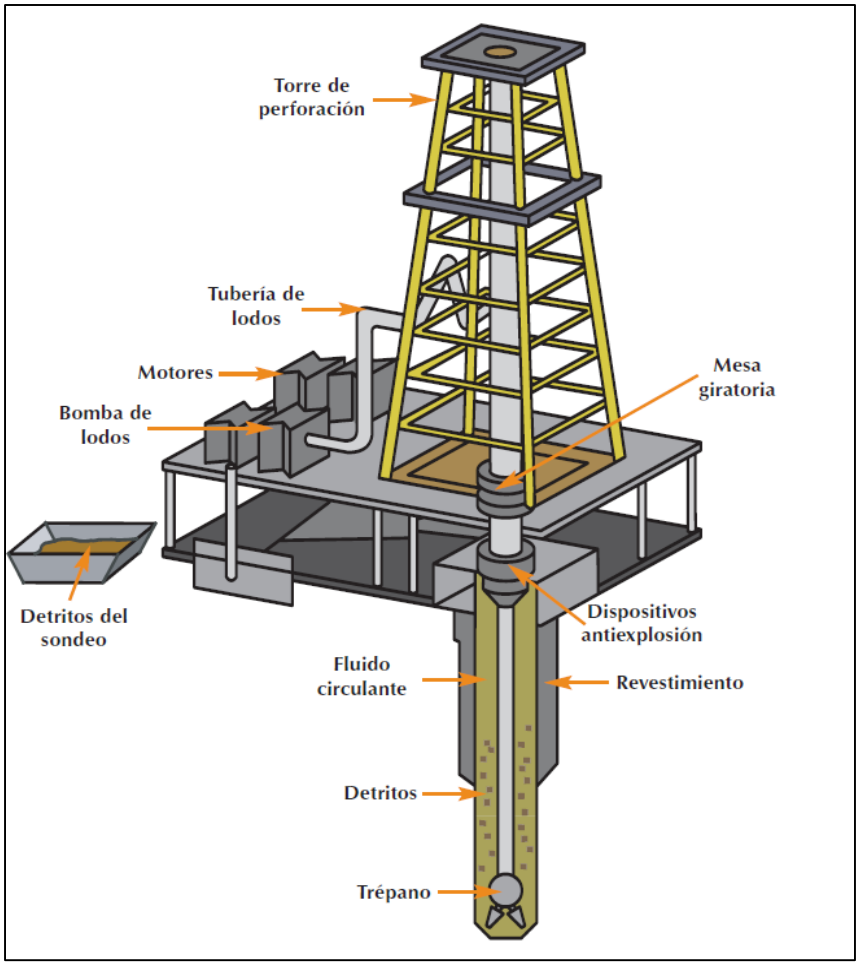


Figura 3 Esquema de una torre de perforación**,** Vega (2007).

Perforación por percusión o con cable. El método de perforación más antiguo es el que se realiza por percusión o con cable. Es un método lento y de profundidad limitada, que rara vez se utiliza. Se basa en triturar la roca elevando y dejando caer una pesada barrena cincel con vástago sujeto al extremo de un cable. Cada cierto tiempo se extrae la barrena y los fragmentos de roca triturada se suspenden en agua y se eliminan sacándolos a la superficie mediante lavado a presión o bombeo. A medida que el agujero va adquiriendo mayor profundidad, se le reviste con tubería de acero para evitar su derrumbe y como protección contra la contaminación de las aguas subterráneas. La perforación, incluso de un pozo de escasa profundidad, representa un trabajo considerable y al encontrar petróleo o gas no hay modo de controlar el flujo inmediato de producto a la superficie.

Perforación rotativa. La perforación rotativa es el método más común y se utiliza para perforar pozos tanto de exploración como de producción, hasta profundidades superiores a 7.000 m. Para perforar en tierra pozos sísmicos de poca profundidad se utilizan perforadoras ligeras montadas sobre camiones. Para abrir los pozos de exploración y de producción se utilizan perforadoras rotativas móviles y flotantes, semipesadas y pesadas. El equipo de perforación rotativa se monta sobre una plataforma de perforación con una torre de 30 a 40 m de altura, y comprende una plataforma giratoria, motor, mezcladora de lodo y bomba de inyección, un cabrestante o malacate con cable metálico, y numerosos tubos, de 27 m de longitud cada uno aproximadamente. La plataforma hace girar un vástago de transmisión cuadrado conectado a la tubería de perforación. El vástago cuadrado tiene en la parte superior una lanzadera de lodo conectada a unas válvulas de seguridad antirreventones. La tubería de perforación gira a una velocidad de entre 40 y 250 rpm y hace girar una barrena de fricción de bordes cortantes fijos, tipo cincel, o una barrena de rodillos con cuchillas rotativas de dientes endurecidos.

Perforación rotopercutante. La perforación rotopercutante, o por rotación y percusión, es un método combinado en el que una barrena rotativa utiliza un líquido hidráulico circulante para accionar un mecanismo tipo martillo, creando así una serie de rápidos golpes de percusión que permiten que la barrena perfore y simultáneamente triture la tierra.

Electroperforación y turboperforación. La mayoría de las plataformas giratorias, cabrestantes y bombas de los equipos de perforación pesados suelen ser accionados por motores eléctricos o turbinas, lo que permite mayor flexibilidad en las operaciones y la perforación telecontrolada. La electroperforación y la turboperforación son nuevos métodos que proporcionan a la barrena una potencia más directa al conectar el motor de perforación justo por encima de la barrena, en el fondo del agujero.

Perforación direccional. La perforación direccional es una técnica de perforación rotativa que guía la columna de perforación siguiendo una trayectoria curva a medida que el agujero se hace más profundo. Este método se utiliza para llegar hasta yacimientos que son inaccesibles mediante la perforación vertical. Asimismo, reduce los costes, ya que permite perforar varios pozos en distintas direcciones desde una sola plataforma. Este mayor alcance de perforación permite penetrar en yacimientos submarinos desde la costa. Muchos de estos métodos son posibles gracias al empleo de ordenadores para guiar perforadoras automáticas y tubería flexible (espiral), que se sube y baja sin tener que conectar y desconectar secciones.

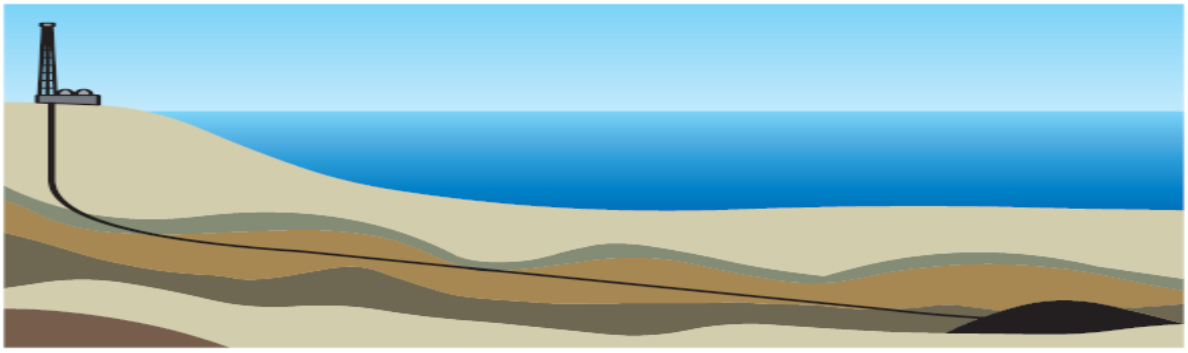


Figura 4. Perforación direcciona, vega (2007)**.**

Otros métodos de perforación. La perforación abrasiva es un método en el que se utiliza un material abrasivo a presión (en lugar de una barra con barrena) para atravesar los sustratos. Otros métodos son la perforación con explosivos y la perforacón con llama.

Abandono. Cuando los yacimientos de petróleo y gas natural dejan de ser productivos, normalmente se taponan los pozos con cemento para evitar flujos o fugas a la superficie y proteger los estratos y el agua subterráneos. Se retira el equipo y los emplazamientos de los pozos abandonados se limpian y se devuelven a la normalidad.

2.2.1.2.3. Operaciones de perforación

Técnicas de perforación

Según Kraus (1998), la plataforma de perforación sirve de base para que los operarios acoplen y desacoplen las secciones de tubería de perforación que se utilizan para aumentar la profundidad de perforación. A medida que aumenta la profundidad del orificio se va alargando el tubo y se suspende de la torre la columna de perforación. Cuando hay que cambiar una barrena, se extrae del pozo toda la columna del tubo de perforación, separando cada una de las secciones que la integran y disponiéndolas verticalmente dentro de la torre. Una vez colocada la nueva barrena, el proceso se invierte y el tubo vuelve a situarse en el agujero para proseguir con la perforación. Ha de prestarse mucha atención a que el tubo de la columna de perforación no se disgregue y caiga en el interior del orificio, ya que sería difícil y muy costoso recuperarlo y podría dar lugar, incluso, a que el pozo tuviera que abandonarse. Otro problema que puede plantearse es que las herramientas de perforación se atasquen en el agujero al detener la perforación. Por ello, una vez que se inicia ésta normalmente se continúa sin interrupción hasta terminar el pozo.

Lodo de perforación

El lodo de perforación es un líquido compuesto de agua o petróleo y arcilla con aditivos químicos (por ejemplo, formaldehído, cal, hidracida sódica, baritina). A menudo se añade sosa cáustica para controlar el pH (acidez) del lodo de perforación y neutralizar aditivos del lodo y líquidos de terminación potencialmente peligrosos. El lodo de perforación se inyecta en el pozo bajo presión desde el tanque de mezcla en la plataforma de perforación, por el interior de la tubería de perforación hasta la barrena. Después, el lodo asciende por entre la superficie exterior de la tubería de perforación y las paredes del agujero y vuelve a la superficie, donde se filtra y recicla. El lodo de perforación se utiliza para refrigerar y lubricar la barrena, lubricar la tubería y expulsar del agujero de perforación los

fragmentos de roca triturados. El lodo de perforación se utiliza también para controlar el flujo que sale del pozo, al revestir las paredes del agujero y oponer resistencia a la presión del gas, petróleo o agua que encuentre la barrena. Se pueden inyectar chorros de lodo a presión en el fondo del agujero para facilitar la perforación.

Revestimiento y cementación

El revestimiento es una tubería pesada de acero especial que reviste el agujero del pozo. Se utiliza para evitar el derrumbe de las paredes del agujero de la perforación y proteger los estratos de agua dulce previniendo fugas del flujo de retorno de lodo durante las operaciones de perforación. El revestimiento sella también las arenas impregnadas de agua y las zonas de gas a alta presión. Inicialmente se utiliza cerca de la superficie y se cementa para guiar la tubería de perforación. Para ello se bombea una lechada de cemento a la tubería y se la fuerza a subir por el espacio comprendido entre el revestimiento y las paredes del pozo. Una vez fraguado el cemento y colocado el revestimiento, se continúa con la perforación utilizando una barrena de menor diámetro. Después de colocar en el pozo el revestimiento superficial, se montan en la parte superior de éste dispositivos antirreventones (grandes válvulas, sacos o empaquetaduras), en lo que se denomina un árbol. Cuando se descubre petróleo o gas, se entuba el fondo del pozo, es decir, se reviste para evitar que penetren en el agujero de perforación tierra, rocas, agua salada y otros contaminantes, y también con objeto de crear un conducto para las tuberías de extracción de crudo y gas.

2.2.2. Límites máximos permisibles de efluentes líquidos del sub sector hidrocarburos.

Tabla 2. LMP de efluente líquido del sub sector de hidrocarburos DS.037-2008-PCM

Parámetro Regulado	LMP (mg/l)
Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)	20
Cloruro	500 (a ríos, lagos y embalses), 2000 (estuarios)
Cromo Hexavalente	0,1
Cromo Total	0,5
Mercurio	0,02
Cadmio	0,1
Arsénico	0,2
Fenoles para efluentes de refinerías FCC	0,5
Sulfuros para efluentes de refinerías FCC	1,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	50
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	250
Cloro residual	0,2
Nitrógeno amoniacal	40
Coliformes totales (NMP/100 ml)	<1000
Coliformes Fecales NMP/100 ml)	<400
Fósforo	2,0
Bario	5,0
Ph	6,0 – 9,0
Aceites y grasas	20
Plomo	0,1
Incremento de Temperatura a	<3°C
a. Es el incremento respecto a la temperatura ambiental del cuerpo receptor medida a 100 m de diámetro del punto de vertido	

Fuente: (MINAM, DS.N°037-2008-PCM / Límites máximos permisibles de efluentes líquidos del Sub sector hidrocarburos , 2008)

2.2.3. Camarón de rio (*Cryphiops Caementarius).*

El camarón de río *Cryphiops caementarius* MOLINA (1782), es un artrópodo que vive en aguas dulces, ya sean éstas ríos, riachuelos, lagunas y crenótopos occidentales de los Andes Peruanos, pero, su hábitat principal se encuentra en los reótopos de agua dulce, donde durante el día se halla en las partes profundas entre las piedras. En las noches se desplaza a lugares de menor profundidad para buscar alimento, siendo por ellos las capturas nocturnas, aunque el camarón suele encontrarse en lugares carentes de piedras y suelos arenosos o arcillo-fangoso. Tienen la cualidad de refugiarse frecuentemente en el interior de las cuevas que construye con limo entre las piedras, huecos y hierbas, dejando sobresalir las antenas y quelas durante el día. El camarón de río convive con otras especies como pejerreyes y lisas.

Respecto a su distribución zonal, se ha señalado la existencia de formas adultas de camarón a lo largo del río y de las formas de desarrollo, bien en la parte del río o en el mar. En cuanto a su distribución diferencial transversal se ha determinado que los adultos están localizados en zonas de mayor profundidad que casi siempre se encuentra en la parte central del cauce, mientras que los juveniles están en zonas someras del río las que generalmente corresponden a las orillas. El camarón de río es un animal ovíparo, unisexual. Su reproducción ocurre a lo largo de todo el año, manifestándose más entre los meses de enero a marzo. Todas las observaciones realizadas nos indican una fecundación externa y un apareamiento del macho con la hembra. (Zacarías & Yépez, 2008).

2.2.3.1. Ficha taxonómica de la especie

CAMARON DE RIO



Figura 5. Camarón de Rio

Fuente : **(Inforegion, 2010)**

Nombre científico	Cryphiops caementarius (Molina, 1782)
Nombre común	Camarón de rio
Reino	Animalia
Phyllum/División	Arthropoda
Clase	Malacostraca
Orden	Decapoda
Familia	Palaemonidae
Genero	Cryphiops

2.2.3.2. Aspectos morfológicos:

Animal robusto, de abdomen tan largo y grueso como el cefalotórax, rostrum con cresta dorsal adornada por fila de 6 a 7 dientes gruesos, puede tener dientes a lo largo del borde ventral o carecer completamente de ellos, existiendo ejemplares con todos los estados intermedios relativos a estos extremos. Primer y segundo par de patas caminadoras con quela o tenaza terminal; el segundo par mucho más grande que el primero y una de las patas de mayor tamaño que la opuesta. El espécimen macho más grande medido en la Colección del Instituto de Zoología (UACh) alcanzó a 59 mm, mientras que el más grande registrado en la literatura alcanzó 67 mm (Jara, C., 1994).

El segundo par de patas del macho es distinto del de la hembra; la mayor anchura de los extremos del segundo segmento abdominal, en proporción a la longitud del abdomen y la relación cefalotoráxica, nos dan la evidencia de un dimorfismo sexual (Castro C., 1966).

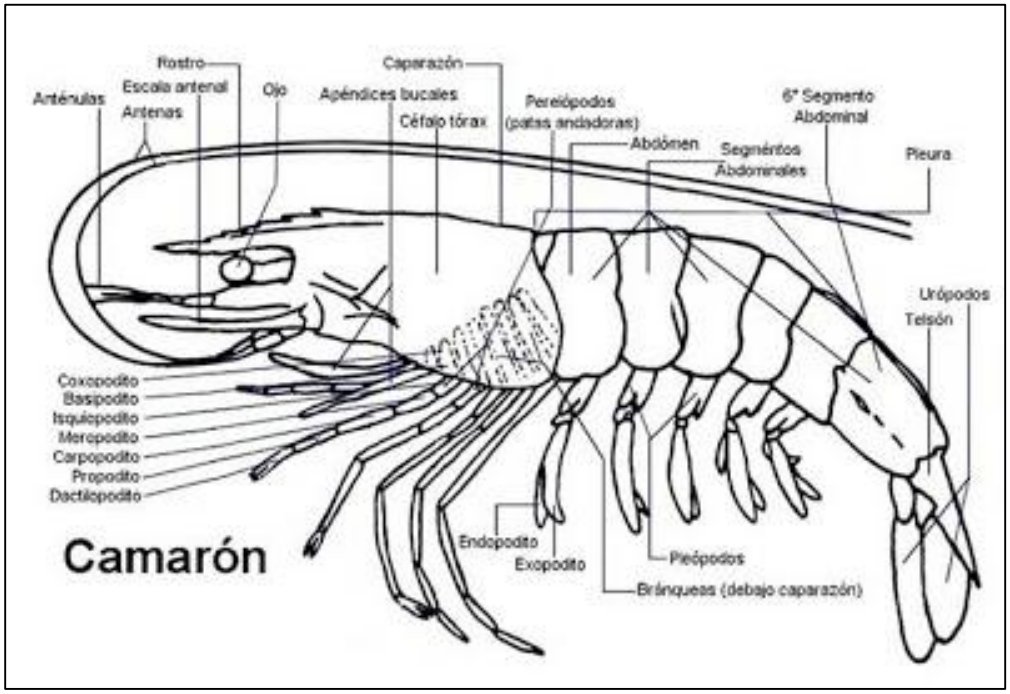


Figura 6. Morfología del Camarón, Bahamonde & Villa (1971).

2.2.3.3. Aspectos reproductivos

La mayor parte de los ejemplares migran activamente hacia la desembocadura de los ríos para la reproducción, liberar las larvas en los estuarios o zonas del potamon. En cuevas los machos tienen varias hembras que fertilizan después de la muda. Los huevos son pequeños (aproximadamente 0,5 mm de diámetro) y muy numerosos, contándose 1.000 a 3.000 huevos en las hembras medianas (13 mm LC), 10 a 15.000 huevos en hembras medianas (26 mm LC) y hasta 67.000 en las hembras más grandes (36 mm LC). Después de la fertilización los machos mueren (GESAM, 1999).

Al cabo del periodo de incubación, de duración desconocida, eclosionan larvas de vida pelágica, que migran aguas arriba. Se han encontrado larvas de Chryphiops en el mar, pero se desconoce la proporción de ellas que vuelven al río una vez completada su vida larvaria. En caso que las hembras no alcancen el mar, las larvas son liberadas en agua dulce y al parecer no lo resienten (Jara, C., 1994)

2.2.3.4. Distribución geográfica:

El camarón de río Cryphiops caementarius, especie endémica de los ríos de la Vertiente Occidental, habita los cuerpos de agua lóticos costeros del Perú al sur del río Chancay-Lambayeque y los del litoral norte chileno hasta los 32°55´ S ((Elias, 1960) ; (Bahamonde & Vila, 1971); (Meruane. et al, 2006)

En cuanto al área de distribución total de Cryphiops caementarius, el límite latitudinal fue señalado por Holthius, reportando la existencia de esta especie en la localidad de Pacasmayo (influencia del río Jequetepeque). Ello fue ampliado por (Amaya & Guerra, 1976), quienes indican como límite al río Taymi (cuenca del río Chancay, en Lambayeque).

Se considera que al sur de dicho límite las poblaciones son significativas en sólo 8 ríos (2 en la costa norte y 6 en el sector sur principalmente). Sin embargo, se estima que aproximadamente el 80% del recurso existente en la costa peruana se

distribuye en los ríos de Arequipa, en los cuales su explotación es de relativa importancia. (Zacarías & Yépez, 2008).

En términos promedios, en altitud se le encuentra hasta los 1 400 msnm (Baez, 1985), condicionado ello por la pendiente o grado de desnivel del lecho del río. Esta especie no habita cursos de agua con temperatura menor a 10 °C (Castro C., 1966). Tiene la cualidad de refugiarse frecuentemente en el interior de cuevas que construye con limo, entre las piedras y huecos, dejando sobresalir las antenas durante el día. Durante gran parte del año los ejemplares adultos permanecen en los estratos altitudinales superiores. Machos maduros e inmaduros, ejemplares juveniles y hembras inmaduras presentan una mayor abundancia en zonas medias y altas de los ríos, mientras que las hembras maduras y aquellas que portan huevos se distribuyen mayormente en las zonas bajas del río, concentrándose en los últimos 20 a 30 kilómetros y en zonas cercanas a la desembocadura, siendo allí donde se produce la eclosión de los huevos. (Zacarías & Yépez, 2008).

2.2.4. Quitina y quitosano

La quitina es el segundo polímero más abundante en la naturaleza (Sandford, 1989). Se encuentra presente en la cutícula de los crustáceos, exoesqueleto de artrópodos y en las paredes celulares de los hongos. Está muy asociada con sales inorgánicas, proteínas, pigmentos y lípidos, por lo que el proceso convencional de extracción por métodos químicos incluye una desproteinización con álcalis, seguido de una desmineralización con ácidos diluidos, y por último se eliminan los lípidos presentes mediante el empleo de solventes orgánicos, aunque este último paso se considera opcional (Matsumoto, et al,1996)

La quitina (del griego tunic, envoltura) se encuentra distribuida ampliamente en la naturaleza y, después de la celulosa (materia base del papel), es el segundo polisacárido en abundancia. Sus fuentes principales son el exoesqueleto (caparazón) de muchos crustáceos, alas de insectos (escarabajos, cucarachas),

paredes celulares de hongos, algas, etc. Sin embargo, la producción industrial de este biomaterial prácticamente se basa en el tratamiento de las conchas de diversos tipos de crustáceos (camarones, langostas, cangrejos y krill) debido a la facilidad de encontrar estos materiales como desecho de las plantas procesadoras de estas especies. Por su parte, el quitosano se puede encontrar de forma natural en las paredes celulares de algunas plantas y hongos (por ejemplo, en el Mucor rouxii llega a representar hasta un tercio de su peso). Sin embargo, la fuente más importante de quitosano, a nivel industrial, lo constituye la quitina, la cual, mediante un proceso de desacetilación química o enzimática, ha permitido producirlo a gran escala. (Cistobal , 2006)

El quitosano se obtiene a partir de quitina, un biopolímero que se puede extraer de los crustáceos, hongos e insectos (Zou et al., 2016). La quitina desacetilada se conoce como quitosano, polímero constituido fundamentalmente por unidades de glucosamina (2-amino-2-desoxi-D-glucosa) con uniones β (1-4).

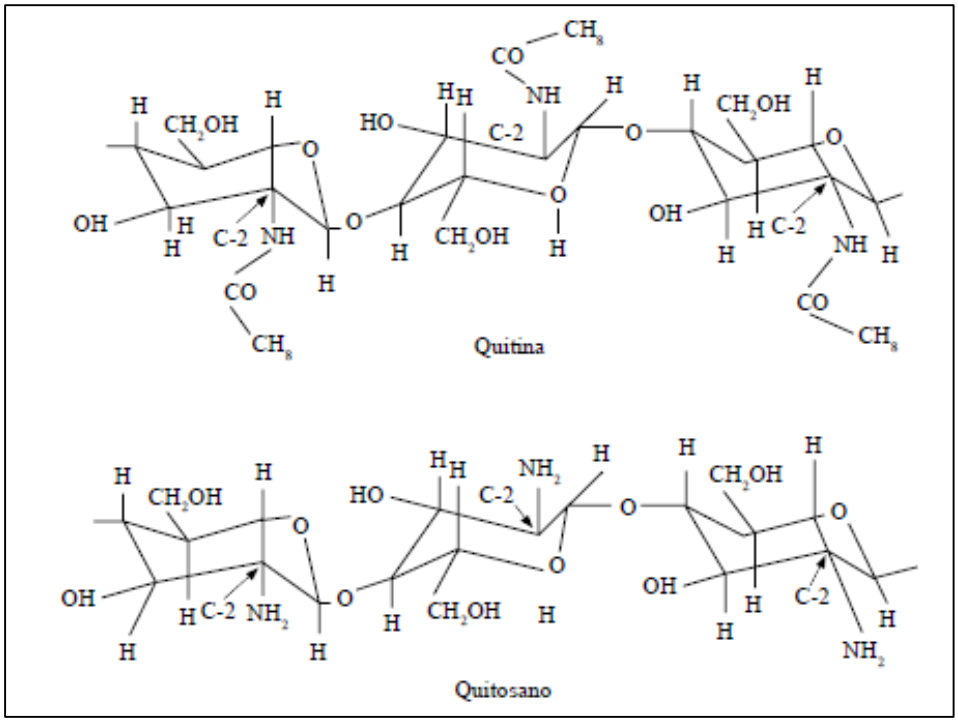


Figura 7. Estructura química de la quitina y del quitosano, Standford (1989).

Entre los materiales naturales más usados en la actualidad una pareja de polisacáridos que ha tomado mucho auge por la infinidad de aplicaciones que ha logrado encontrárseles, y, especialmente, por su poco impacto ambiental, lo constituye la quitina y el quitosano. Ambos biopolímeros están químicamente emparentados; la quitina, por su parte, es una poli (β-Nacetil- glucosamina), la cual, mediante una reacción de desacetilación que elimine al menos un 50% de sus grupos acetilo, se convierte en quitosano (poli (β-N-acetil-glucosamina-co-β-glucosamina)). Cuando el grado de desacetilación alcanza el 100% el polímero se conoce como quitano. Estos dos biopolímeros poseen la ventaja de ser conocidos por la naturaleza desde hace millones de años. (Cistobal , 2006).

El quitosano se comporta como un polielectrolito lineal a pH ácido, posee una alta densidad de cargas, tiene la capacidad de quelar iones metálicos (Fe, metales pesados, etc.) y de adherirse fácilmente a superficies cargadas negativamente. Este compuesto natural es biodegradable y no tóxico, sus cargas positivas le confieren propiedades biológicas y fisiológicas únicas (Sandford, 1989)

El quitosano se ha descrito como un polímero catiónico lineal, biodegradable, no toxico, de alto peso molecular, de fácil aplicación y ambientalmente amigable. (Larez, C., 2006).

Se ha demostrado que la presencia de los grupos amino en la estructura del quitosano confieren la capacidad para coagular sustancias coloidales, además su uso permite aumentar la acción de coagulantes inorgánicos convencionales (Gacen & Gacen, 1996).

El quitosano tiene un gran potencial industrial, destacándose su uso en la cosmetología (lociones, aditivos para el cabello, cremas faciales y para el cuerpo (Lang & Clausen, 1989), se emplea como persevante en productos alimenticios aprovechando sus características antimicrobianas y también como antioxidante Bemjakul *et al* (2000).En biotecnología ha tenido diferentes usos entre los que figura la inmovilización de células y enzimas Sandford (1989), en farmacología y

medicina (fibra dietética, medicamentos) y en la agricultura se ha empleado como modificador de suelos y fungicida, entre otros Hoagland & Parris (1996). Un uso muy importante en postcosecha ha sido su aplicación en forma de películas recubriendo los frutos, con el objetivo de encontrar una forma de preservarlos y contribuir a extender su vida útil.

El quitosano es un copolímero compuesto de unidades de 2-Acetilamina-2-desoxi-β-D-(+)- Glucopiranosa y 2-amino-2-desoxi-β-DGlucopiranosa (M. Dash. et al 2011). Su principal fuente es la quitina, la cual es sometida a un proceso de desacetilación termoquímico en un medio alcalino, las condiciones de temperatura, presión, concentración y tiempo determinan el peso molecular del polímero y su grado de desacetilación. Más adelante se aborda con más profundidad la obtención del quitosano. El quitosano al ser el derivado N-desacetilado de la quitina, es una amina primaria, y su monómero principal es el 2-amino-2-desoxi-β- D-Glucopiranosa. El contenido de nitrógeno del quitosano puro es aproximadamente del 6,89%, el grupo amino libre en la estructura del quitosano le proporciona un comportamiento marcadamente básico, además le confiere ciertas características fisicoquímicas de gran interés industrial. Este biopolímero adquiere el nombre de quitosano cuando el grado de desacetilación de la quitina es mayor o igual al 50% y quitano cuando es del 100%, Cristóbal (2006), sus grupos amino permiten que se solubilice fácilmente en medios ácidos, confiriéndole una innumerable cantidad de aplicaciones.

Al protonarse los grupos amino el quitosano se convierte en un polielectrólito catiónico soluble. Lo que le sucede físicamente, es que, al estar ionizadas las aminas, estas son incapaces de formar puentes de hidrogeno con los ácidos carboxílicos del monómero siguiente, disminuyéndose el impedimento a la rotación, adicionalmente, la molécula acetilo es más pesada que la amina y al reducirse la presencia de estas, se ofrece una mayor rotación estérica, incrementándose la flexibilidad de la cadena polimérica y facilitando que el quitosano pase a ser un fluido. Por otro lado, el paso al estado líquido también se

da gracias a que se altera el estado de carga del quitosano y este se convierte en un poli-ión positivo, y, por lo tanto, empieza a formar parte de los iones disueltos en el medio acuoso (Wang Q. et al 2006). El quitosano es normalmente soluble a un pH menor de 6 y los factores que se deben tener en cuenta cuando se solubiliza son, el grado de desacetilación y la distribución de los grupos acetilos y aminos a lo largo de la cadena. El 5 grado de ionización es importante también y generalmente el quitosano se disuelve alrededor de un valor de 0.5 Marguerite Rinaudo (2006). El mejor solvente para solubilizar el quitosano es el ácido fórmico, el más utilizado es el ácido acético, también es soluble en ácido clorhídrico, ácido nítrico y ácido cítrico, es insoluble en ácido sulfúrico y fosfórico (Ravindra R. et al 1998).

Desde el punto de vista químico, los procesos para obtener la quitina y el quitosano son relativamente sencillos, aunque el tratamiento con álcali concentrado a temperaturas relativamente altas implica riesgos importantes para los operadores de las plantas de producción y hostilidad hacia el ambiente. Adicionalmente, ambos procesos pueden concatenarse fácilmente.

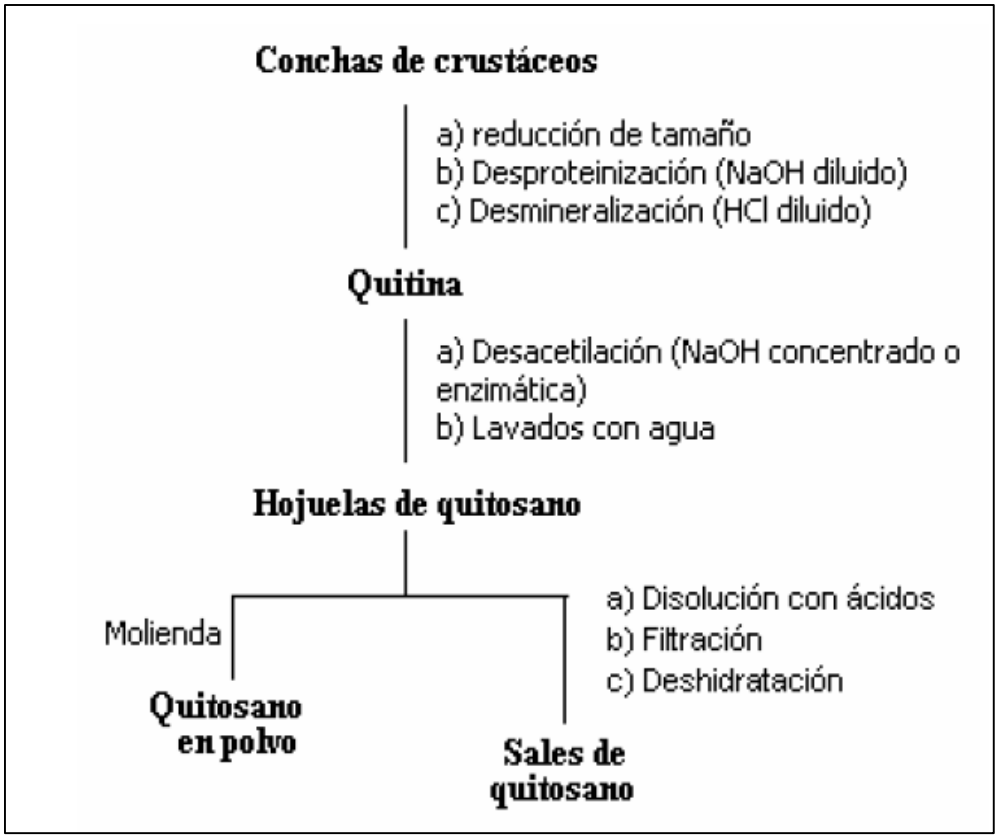


Figura 8. Esquema simplificado para la obtención de quitina y quitosano a partir de conchas de crustáceos, Cristobal (2006).

2.2.4.1. Principales aplicaciones

Según Cristóbal (2006), Las principales aplicaciones que tienen actualmente estos materiales en las áreas más relacionadas. Estas aplicaciones se desglosarán resumidamente por áreas:

a) Agricultura: son muchísimas las aplicaciones en este campo que se han venido desarrollando. Entre las más comunes tenemos:

• Recubrimiento de semillas con películas de quitosano para su conservación durante el almacenamiento.

• Sistemas liberadores de fertilizantes.

• Agente bactericida y fungicida para la protección de plántulas (inicio de las plantaciones).

b) Medicina: hoy en día se sabe que la quitina y el quitosano han sido usados desde la antigüedad para acelerar el saneamiento de heridas. Por ejemplo, los antepasados de los coreanos usaban la quitina en el tratamiento de abrasiones (obteniéndola a partir de las plumas del calamar) y los antepasados de los mexicanos aplicaban quitosano para la aceleración de la cicatrización de heridas (obteniéndolo de las paredes celulares de algunos hongos).

En la actualidad, entre los usos médicos más sencillos de estos materiales podemos mencionar:

• Producción de suturas quirúrgicas a partir de quitina.

• Producción de gasas y vendajes tratados con quitosano.

• Cremas bactericidas para el tratamiento de quemaduras.

c) Tratamiento de aguas: es una de las áreas más importantes debido a que el quitosano y la quitina son sustancias “ambientalmente amigables”. Entre los principales usos que se hacen en la actualidad de estos biomateriales, y algunos de sus derivados, en este campo tenemos:

• Coagulante primario para aguas residuales de alta turbidez y alta alcalinidad.

• Floculante para la remoción de partículas coloidales sólidas y aceites de pescado.

• Captura de metales pesados y pesticidas en soluciones acuosas. Algunos copolímeros de injerto del quitosano muestran alta efectividad para remover metales pesados, especialmente los derivados de ácidos alquenodióicos.

d) Cosméticos: es amplia la aplicación de ambos biopolímeros en este campo. Se mencionan tres de las más conocidas:

• Fabricación de cápsulas para adelgazar, denominadas “atrapagrasas”. Quizás sea la aplicación más extensamente aprovechada del quitosano (Outfat es solo una de las marcas más conocidas).

• Aditivo bactericida en jabones, champúes, cremas de afeitar, cremas para la piel, pasta dental, etc.

• Agente hidratante para la piel, debido a que sus geles pueden suministrar agua y evitar la resequedad. Además, el quitosano forma una película que ayuda a dosificar otros principios activos.

e) Biosensores: son numerosísimas las aplicaciones del quitosano en este campo, especialmente como soporte para la inmovilización de enzimas sensibles a un sustrato específico. Algunos ejemplos son:

• Sensor para glucosa en sangre humana, basado en la inmovilización de la enzima glucosa oxidasa sobre quitosano, usando adicionalmente Azul de Prusia.

• Sensor para la detección de fenoles en aguas de desecho en plantas industriales, basado en la inmovilización de la enzima tirosinasa.

• Sensores basados en la inmovilización de nanopartículas espacialmente ordenadas.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Aguas residuales domésticas

Se define como las aguas procedentes de los vertidos de las actividades humanas. Su composición es muy variable dependiendo del uso que se le dé, a su vez estas pueden clasificarse en:

- Aguas de cocina. - (sales, materia, grasa, sólidos etc.).
- Aguas blancas de baño y lavado (jabones, detergentes, líquido de limpieza etc.).
- Aguas negras. - Procedente de la defecación del ser humano. Para definir el sistema de depuración a aplicarse es necesario conocer la composición del agua residual y los parámetros de contaminación (Baca M. , 2012).

2.3.2. Índice de eficiencia

Se define como el elemento de estadístico que permite identificar la relación que existe entre las metas alcanzadas, tiempo y recursos consumidos con respecto a un estándar, una norma o una situación semejante. Posibilita dimensionar el logro del máximo de resultados con el mínimo de recursos utilizados. (Jaramillo, 2008).

2.3.3. Límites máximos permisibles

Se define como la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos, y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible por el MINAM y los organismos que conforman el sistema de gestión ambiental. MINAM, (2010)

2.3.4. Porcentaje de remoción

Se define como la cantidad de todo aquel acto que tenga ver con quitar algo de su lugar. El porcentaje de remoción puede llevarse a cabo respecto de objetos o de elementos así como también de personas de un cargo o de un puesto en el que se encuentran normalmente. (Mercado, 2006).

Planta de tratamiento de aguas residuales: Se define como una Infraestructura y procesos que permiten la depuración de aguas residuales, para su disposición final en un cuerpo receptor de agua. (Balabarca, 2016).

Quitina: La quitina es un polisacárido compuesto por poli [*B-(1-4)* N-acetil-D-glucosamina] y se encuentra unida covalentemente a otros compuestos como son proteínas (fibras de esclerotina) y catecoles.

Quitosano: El quitosano es la forma desacetilada de quitina, un biopolímero que se puede obtener de diversos flujos de desechos y muestra actividad antimicrobiana contra diferentes hongos, bacterias Gram positivas y Gram negativas (Verlee *et al*., 2017).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En el trabajo de investigación se empleó el método experimental, que consistió en instalar el experimento, evaluar, observar, medir y comparar las variables.

El trabajo de investigación se empleó el método experimental, que consistió en instalar el experimento en los ambientes del laboratorio, evaluar, observar el efecto del quitosano en las APP, medir las concentraciones de cloruros según los tratamientos y comparar los resultados según las variables de tiempo, dosis y pH.

Se basa en conocer el tema que se abordará por medio del experimento a nivel laboratorio, análisis e interpretación de la evaluación del quitosano como alternativa al tratamiento de aguas de producción petrolera, específicamente la remoción de cloruros de acuerdo a LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE EFLUENTES LIQUIDOS PARA EL SUBSECTOR HIDROCARBUROS D.S. N° 037-2008-PCM.

3.2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

3.2.1. Ubicación

El área de estudio está ubicada en el sector nueve del distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, donde se dispone las aguas de producción petrolera en lagunas de estilización, que tiene coordenadas UTM Este 546736 y Norte 9067981, cuya altitud es de 154 msnm.



Figura 9. Área de las lagunas de estabilización de la PTAR de EMAPACOP S.A.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo constituida por las aguas de producción petrolera del pozo de exploración petrolífera de Von Humboldt que esta almacenadas en las lagunas de estabilización de EMAPACOP S.A. Estas lagunas tienen una dimensión de 120 metros de largo x 50 metros de ancho y 2.80 metros.

La muestra estuvo conformada por 3 muestras de aguas de producción petrolera, las cuales tuvieron un contenido de 20 litros cada una, estas fueron utilizadas para los tratamientos.

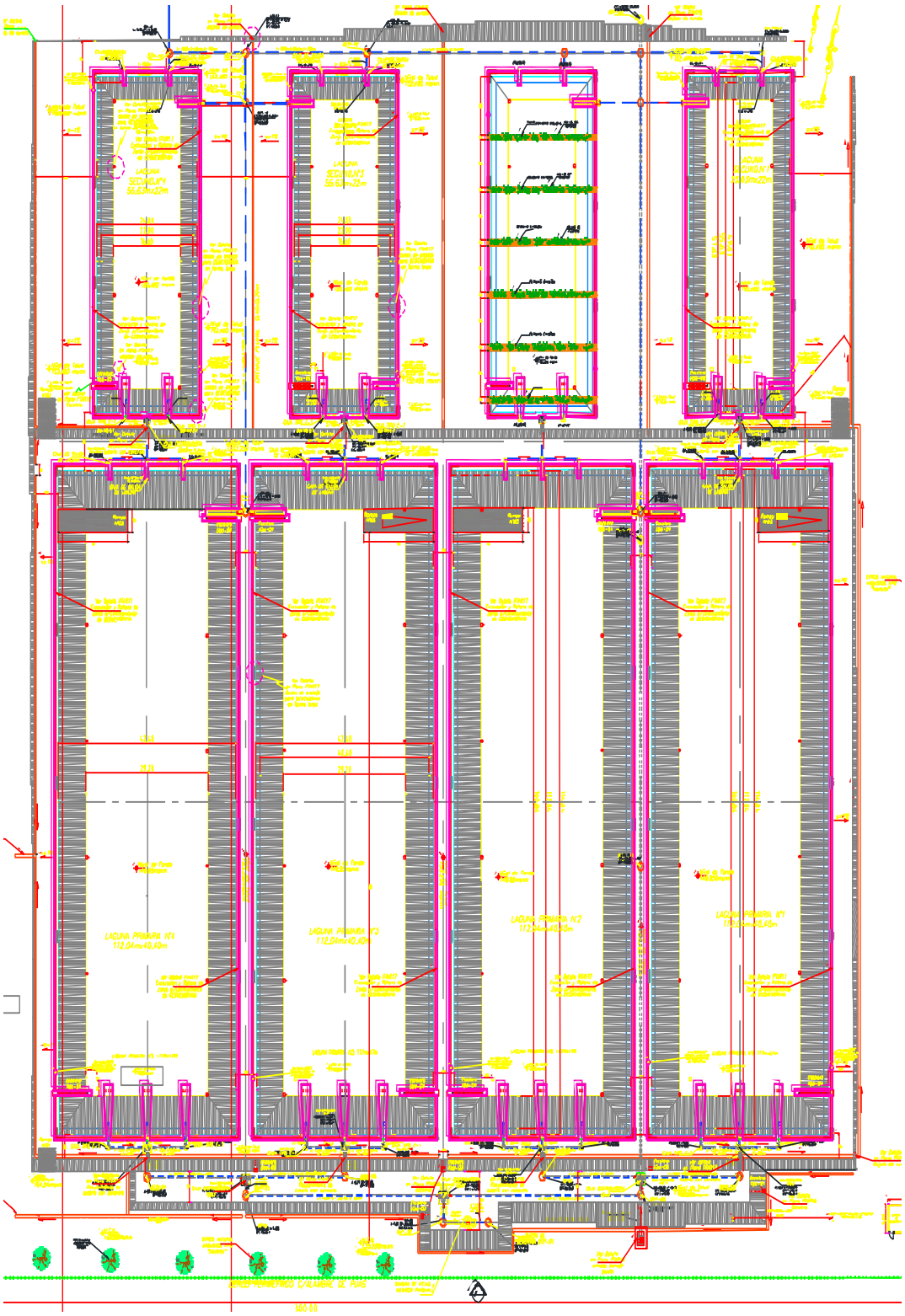


Figura 10. Plano de la laguna de estabilización (EMAPACOP S.A., 2015)

3.4. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Obtención del quitosano

El proceso inicia con la recepción de la materia prima, luego se procede al descarnado y la molienda, en este punto comienza la transformación fisicoquímica de los exoesqueletos de camarón, los cuales son sometidos a dos procesos de desproteinización uno de desmineralización y el otro de desacetilación en donde se obtiene el quitosano (Domard, 2011). En la Figura 11 se presenta el diagrama de procesos.

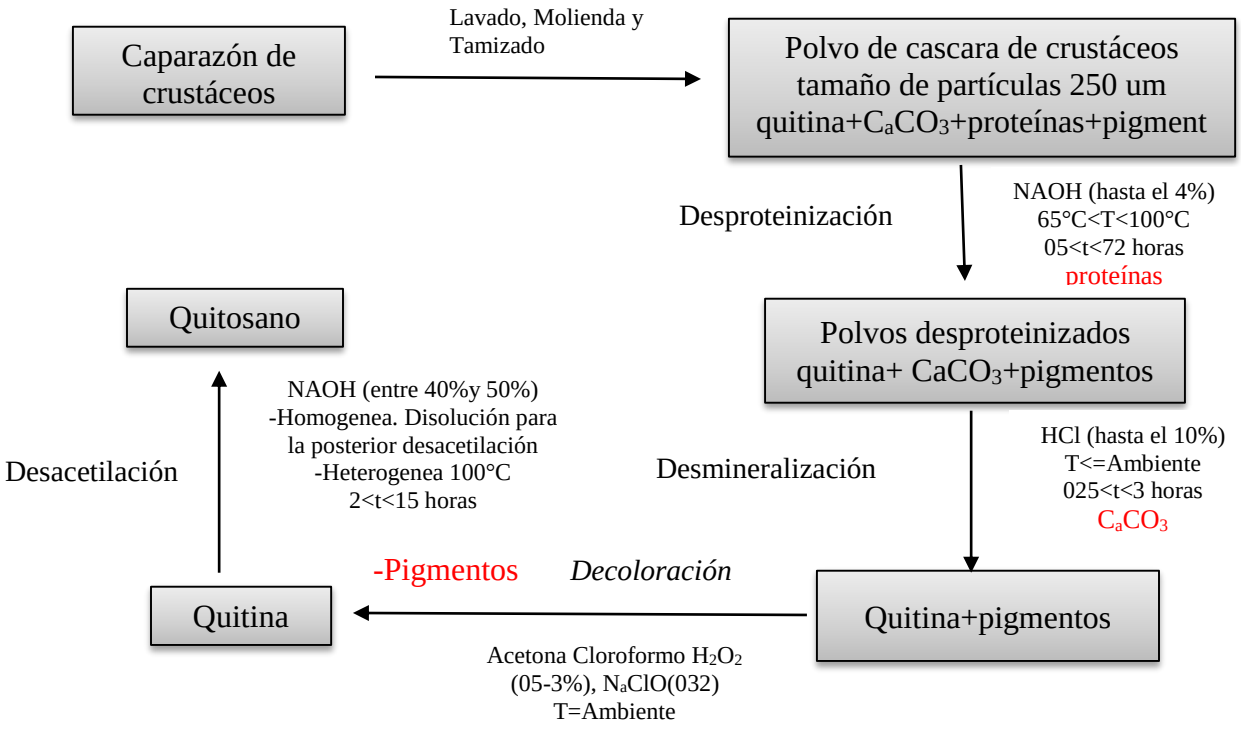


Figura 11. Diagrama de procesos de obtención de la quitina y quitosan, Giraldo (2015).

a. Descarnado

Con el fin de disminuir los malos olores que generalmente se presentan en todo el proceso, es necesaria una limpieza previa de los exoesqueletos. El descarnado es simplemente retirar las proteínas o carnosidades que se encuentran adheridas a los exoesqueletos por medio de un agente corrosivo. Se recomienda secar el exoesqueleto por 18 horas a 50°C para eliminar la humedad y facilitar la molienda.



Figuran 12. Descamado, lavado y secado del exoesqueleto de camarón en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018.

(Giraldo, 2015)

b. Molienda y tamizado

Con el fin de favorecer el contacto de los exoesqueletos con los reactivos, se aumenta el área superficial moliéndolos hasta llegar a un tamaño de hojuela de entre 300 y 500 µm. (Giraldo, 2015)



Figura 13. Molienda del exoesqueleto secado del camarón en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018.

c. Desproteinización

La desproteinización con NaOH se realiza para retirar las proteínas presentes que interfieren con la pureza de la quitina, este proceso a diferencia del descarnado se hace a altas temperaturas y en un menor lapso de tiempo para evitar la despolimerización de las cadenas polisacáridas. Todas las proteínas tienen una estructura primaria constituida por una secuencia de aminoácidos, una secundaria constituida por la forma helicoidal y una terciaria representada por el enrollado sobre sí misma y la orientación espacial.

La estructura secundaria y terciaria son mantenidas por enlaces de hidrógeno, por lo que en contacto con los ácidos y álcalis se rompen los enlaces iónicos de hidrogeno, produciendo el desplegamiento de la proteína y su ruptura, lo que lleva a su destrucción irreversible y la pérdida de su actividad biológica. Tal destrucción irreversible adquiere la forma de la desnaturalización o la coagulación de las proteínas retirándolas de los exoesqueletos.

Se realizó la desproteinización con NaOH al 5% a una temperatura de 90°C a 100°C por un tiempo de 45 minutos en una relación 1/5 polvo de exoesqueleto con la solución, posteriormente se lavó y filtro el polvo desproteinizado hasta que el pH este en un rango de 6 a 8, realizándose 3 veces este proceso para asegurar una desproteinizacion adecuada. Posteriormente se secó a 50°C por un tiempo de 18horas (Giraldo, 2015).



Figura 14. Desproteinización del polvo de la cascara del crustáceo en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018.

d. Desmineralización

La desmineralización con HCl se realiza para retirar el carbonato de calcio (CaCO3) presente en los exoesqueletos de camarón, el $CaCO_3$, reacciona con los iones H_3O+ y Cl- disociados en la solución presentándose la siguiente reacción.

$$CaCO_3 + 2HCl \Rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

La reacción es exotérmica, por lo que es recomendable llevarla a cabo a temperatura ambiente, el tiempo debe ser corto para evitar la despolimerización. (Larez, 2008)La desmineralización se realizó utilizando HCL al 5% a temperatura ambiente por un tiempo de 2 horas en una relación 1/7 polvo desproteinizado con la solución, posteriormente se lavó y filtro el polvo desmineralizado ya llamado

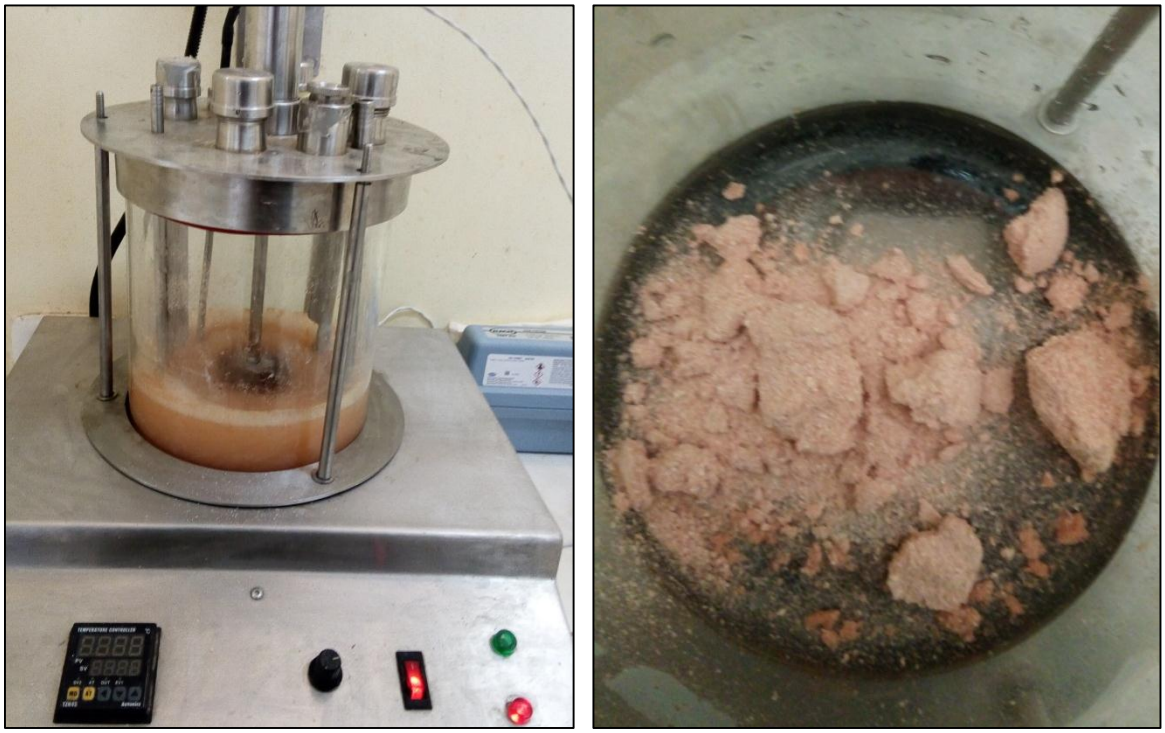


Figura 15 Proceso de la desmineralización a temperatura a temperatura ambiente y el polvo desmineralizado luego de ser secado en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018.

quitina hasta que se pH este en un rango de 6 a 8.Posteriormente se secó a 50°C por un tiempo de 18horas. (Giraldo, 2015).

e. Desacetilación

Este proceso se puede llevar a cabo de tres maneras, por desacetilación homogénea, heterogénea y enzimática, básicamente consiste en convertir los grupos acetilo en grupos amino.

A reacción heterogénea es utilizada ampliamente en la industria y consiste en dispersar la quitina en una solución álcali caliente en periodos cortos para evitar la

despolimerización. Normalmente el quitosano obtenido presenta polidispesión del grado de desacetilación. (Valenzuela, C, 2006)

La desacetilación se realizó utilizando NaOH al 50% a temperatura de 90°C a 100°C por un tiempo de 5 horas en una relación 1/50 polvo desmineralizado con la solución, posteriormente se lavó y filtro el polvo desacetilado ya llamado quitosano hasta que se pH este en un rango de 6 a 8. Posteriormente se secó a 50°C por un tiempo de 18horas (Giraldo, 2015).

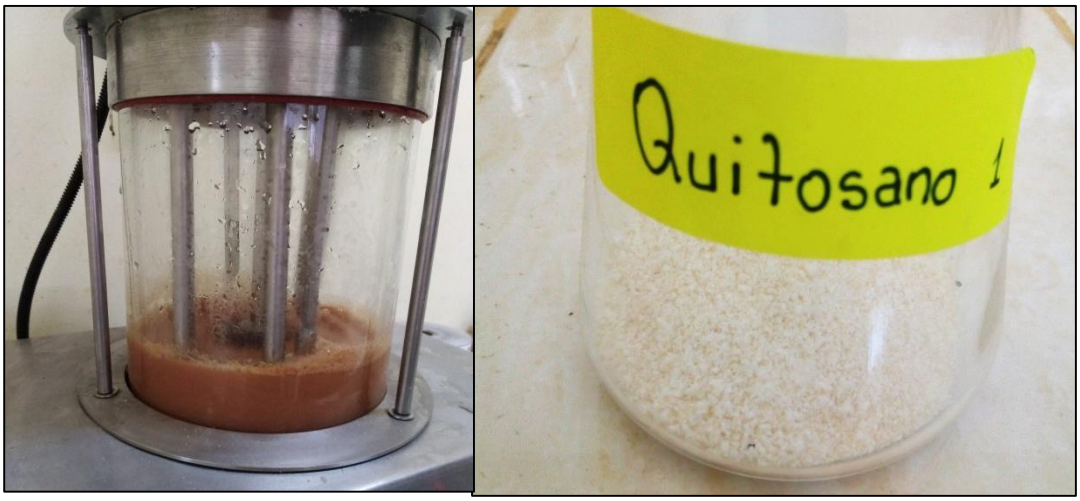


Figura 16. Desacetilación de la quitina y obtención del quitosano en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018.

f. Solubilización del quitosano para tratamiento.

El quitosano es más soluble en ácido acético y clorhídrico. No obstante, la solubilidad mostrada por QE en ácido acético es mejor que en ácido clorhídrico. Lo que pone de manifiesto que el quitosano no es soluble en aguas muy acidas. (Tafur & Quevedo, 2014)

Consecuentemente, cuando el pH de la solución es menor a 4 y mayor a 6, las cargas positivas en la superficie de quitosano se reducen significativamente, por lo que la neutralización de la carga con quitosano y su capacidad para desestabilizar las partículas llega a ser menor. Por tal motivo este biopolímero muestra el mejor resultado en la desestabilización de aguas residuales contaminadas en

condiciones ligeramente ácidas (4 – 6), mientras que en condiciones fuertemente ácidas y alcalinas presenta un resultado con baja eficiencia (Hassan & Puted, 2007).

El quitosano obtenido fue disuelto en ácido acético 0,1M en agitación constante por 24 horas a temperatura ambiente para obtener una solución de quitosano al 0,5% aproximadamente, la cual fue filtrada con el propósito de eliminar cualquier material insoluble. (Paz, y otros, 2012)

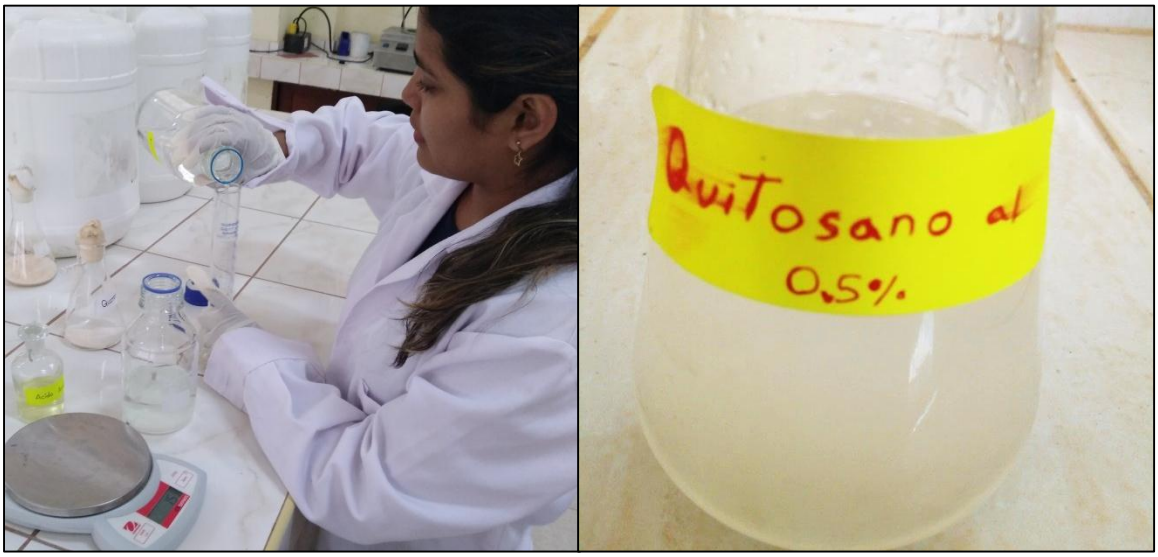


Figura 17. Solubilización del quitosano al 0,5% (PEGADO) con ácido acético en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018.

3.4.2. Pruebas de jarras

La prueba de jarra es la técnica más extensamente usada para determinar la dosis de químicos y otros parámetros. En ella se tratan de simular los procesos de coagulación, floculación y sedimentación a nivel de laboratorio. Existe en el mercado una gran variedad de equipos para pruebas de jarras, pero en toda su versatilidad debe radicar en utilizar una serie de jarras al mismo tiempo y la posibilidad de variación de la velocidad de agitación (r.p.m). En este proceso influyen factores químicos e hidráulicos. Entre éstos tenemos pH, Temperatura,

concentración de coagulante, secuencia de aplicación de las sustancias químicas, grado de agitación y Tiempo. (Lorenzo, 2006).

Los tratamientos de las APP tuvieron como constantes variables el pH, el tiempo y la dosis del quitosano. Se probaron con muestras a pH 4, 7 y 10, en dosis de quitosano de 30 ml/l, 60 ml/l y 120 ml/l, con tiempos de agitación de 5 minutos, 15 minutos y 30 minutos a 50 rpm y posteriormente una sedimentación de 1 hora, 6 horas y 12 horas a la muestra con mayor eficiencia.

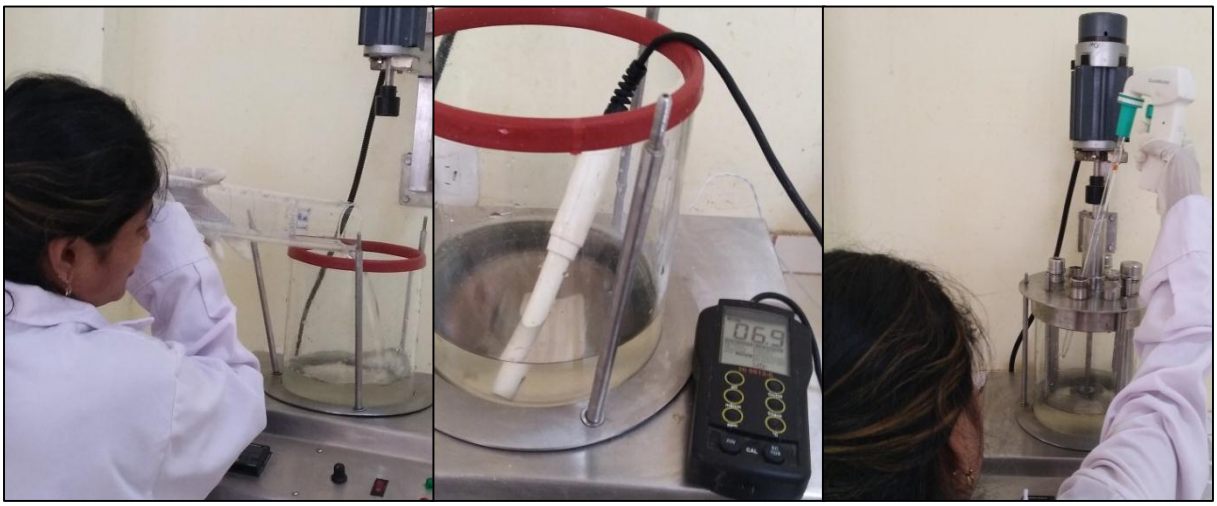


Figura 18. Prueba de jarra, agregado de la muestra, adecuación del pH y dosificación del quitosano soluble en el laboratorio de microbiología y parasitología, UNU 2018.

3.5. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Técnicas analíticas

Se tomó 50 ml de muestra, por cada repetición, para obtener las concentraciones de pH, Conductividad, Cloruros y Turbiedad de cada tratamiento a los 5, 15 y 30 minutos del experimento.

3.5.1.1. Análisis de pH 4500-H^+ / B: Método electrométrico

Medidor de pH que consta de un potenciómetro, un electrodo de vidrio, un electrodo de referencia y un dispositivo para compensar la temperatura. El circuito se completa a través del potenciómetro cuando los electrodos se sumergen en la solución test. Muchos medidores de pH son capaces de medir pH o milivoltios y algunos tienen una expansión de escala que permite lecturas de hasta 0,001 unidades de pH, pero la mayoría de instrumentos no son tan precisos. Para trabajos de rutina utilícese un medidor de pH exacto y reproducible hasta 0,1 unidades de pH con una escala de 0 a 14, y dotado de un ajuste compensador de la temperatura. (SMEWW, 1992).

3.5.1.2. Análisis de conductividad 2510 Cond./ B: Método de laboratorio

Medición instrumental de conductividad auto contenida: Utilícese un dispositivo consistente en una fuente de corriente alterna, un puente de Wheatstone, un indicador de valor nulo y una célula de conductividad u otro instrumento que mida el índice de corriente alterna y su voltaje a través de la célula, teniendo este último la ventaja de proporcionar una lectura lineal de la conductividad. Elíjase un instrumento capaz de medir la conductividad con un error que no exceda el 1 por 100 o 1 µmho/cm. (SMEWW, 1992)

3.5.1.3. Análisis de cloruros 4500 Cl^- / B: Método Argentométrico

a) Preparación de la muestra: Utilícese una muestra de 10 ml o una porción adecuada diluida a 10 ml. Si la muestra tiene mucho color, añádanse 3 ml de suspensión de $Al(OH)_2$, mézclese, déjese sedimentar y fíltrese. Si hubiera sulfuro, sulfito o tiosulfato presentes, añádase 1 ml de H_2O_2 y agítese durante 1 minuto. (SMEWW, 1992)

b) Titulación: Valórense directamente las muestras con pH entre 7 y 10. Ajústese el pH a 7 o 10 con H_2SO_4 o NaOH, si no estuvieran en esa zona. Añádase 1,0 ml de solución indicadora de K_2CrO_4. Titúlese con AgNO3 patrón hasta un punto final amarillo rosado, con un criterio constante relativo al punto final.

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

3.5.2.1. Materiales

- Libreta de apuntes
- Guantes
- Mascarillas
- Bata de laboratorio
- Probeta
- Pipeta
- Vaso precipitado
- Kitazato
- Embudo
- Botella de pírex
- Test kit de cloruros modelo HACH con rango 5-400 mg/l (Cl- 8-P).

3.5.2.2. Equipos

- Pipetiador
- Micro pipeteador
- Laptop.
- GPS.
- Balanza digital.
- Cámara digital.
- Birreactor con agitación y regulación térmica.
- Medidor de temperatura, pH, Conductividad, Modelo HI9813-6.

3.5.2.3. **Reactivos**

- Hidróxido de Sodio
- Ácido Clorhídrico
- Ácido acético
- Agua destilada

3.6. PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.

Todos los datos obtenidos se tabularon en el programa Microsoft Excel para obtener tablas, gráficos de barras y de dispersión que permitieran evidenciar la dinámica de los diferentes parámetros evaluados durante todo el experimento.

Los datos vaciados en el programa se exportaron al paquete estadístico SPSS v. 22 para el cálculo de la media y desviación estándar (DE). La normalidad de los datos se evaluó mediante el test de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas con el test de Levene. En el caso de que no existiera homocedasticidad, los datos se transformaron con raíz cuadrada. Para determinar si las concentraciones de nutrientes se mantuvieron constantes en el tiempo se usó la prueba T para muestras relacionadas. Con el fin de determinar si la concentración y la remoción de Cloruros con la aplicación de Quitosano. Asimismo, se llevó a cabo la prueba de ANOVA con el fin de determinar si hubo influencia e interacción entre los factores, de pH y tiempo de agitación sobre los Cloruros (Cl^-). Todo se evaluó con un 95% de confianza.

3.7. TRATAMIENTO DE DATOS.

Los tratamientos de los datos se harán con la ayuda de herramientas como Software MS Excel, se ingresarán los indicadores de entradas con diferentes niveles.

Para comprobar si existen diferencias significativas entre los promedios de los factores: pH, Tiempo y concentración se aplicará el ANALISSI DE VARIANZA DE TRES FACTORES.

Tabla 3. Tratamientos de datos mediante el ANOVA.

FUENTE DE VARIACION	GL	SL	CM	Fobs
Entre pH	2	Sca	CMa	
Entre tiempo	2	SCb	CMb	
entre concentración	2	SCc	CMc	
Interacción de pH x Tiempo	4	Scab	CMab	
interacción de pH x concentración	4	Scac	Cmac	
Interacción de tiempo x concentración	4	SCbc	CMbc	
Interacción de pH x Tiempo x concentración	8	SCsbc	Cmabc	
Error	81	Sce	Cme	
TOTAL	107	SCT		

Tabla 4. Tratamientos del estudio.

pH4									pH7									pH10								
T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8			T9		
C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS DE PRODUCCIÓN PETROLERA ESTUDIADA.

Tabla 5. Características de las muestras de agua de producción petrolera estudiada.

Parámetro	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Cloruros	mg/l	5 760	5 440	5 600
pH	H+	7,9	7,2	7,55
Conductividad	*us/cm*	7 120	6 980	7 050

En la tabla 5, las muestras estudiadas están en el rango de un pH de 7,2 a 7,9, además de contar con una conductividad promedio de 7 050 *us/cm* en rangos de 7 120 a 6 980 *us/cm y* la concentración de cloruros esta entre 5 440 y 5 760 mg/l de Cl^-.

Estas altas concentraciones se debe a que las trampas de petróleo siempre están constituidas por una roca impermeable y una roca de almacén, estas trampas en algunos casos pueden estar en capas de sal o domos salinos (Vega, 2007). además, que es extraída depende del tipo de pozo, como en el caso de los pozos de servicio que son usados para la evacuación del agua salada que separa el crudo del gas o como en los pozos de geo presión y geotérmicos que producen agua a alta presión. (Kraus, 1998).

4.1.2. RESULTADOS DE LOS TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES DE PRODUCCIÓN PETROLERA CON QUITOSANO POR LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL.

Tabla 6. Resultados de tratamientos de aguas residuales de producción petrolera con quitosano.

Tratamientos	pH	**Dosis (ml/l)**	**Tiempo de agitación**		
			5min.	15min.	30 min.
			mg/l Cl		
T1	4	30	3 307	3 200	3 200
T2	7	30	3 093	3 093	2 987
T3	10	30	4 053	3 840	3 840
T4	4	60	2 987	2 880	2 880
T5	7	60	3 093	3 093	3 093
T6	10	60	3 413	3 520	3 520
T7	4	120	3 093	3 093	3 093
T8	7	120	3 307	3 307	3 307
T9	10	120	3 307	3 200	2 987

En la tabla 6, los resultados varían desde 2 880 a 4 053 mg/l de Cl^-.La concentración mínima de cloruros es de 2 880 mg/l, la cual corresponde al T4 en 15 minutos de agitación constante a 50 rpm y a pH 4, el cual corresponde al tratamiento con mayor eficiencia de remoción de cloruros y la concentración máxima de cloruros es de 4 053 mg/l la cual corresponde al T3 en 5 minutos de agitación constante a 50 rpm, a un pH 10 el cual corresponde al tratamiento con menor eficiencia de remoción de cloruros. Se puede apreciar que el tiempo de contacto en agitación mejora la eficiencia levemente.

Como afirma **(Sandford, 1989)**, esto debido a que el quitosano se comporta como un polielectrolito lineal a pH ácido, posee una alta densidad de cargas, tiene la capacidad de quelar iones metálicos (Fe, metales pesados, etc.) y de adherirse fácilmente a superficies cargadas negativamente. Siendo los iones con carga negativa como: el cloro (Cl-) o los cloruros. **(Bustamante & Cuba, 2013)**.

Tabla 7 Pruebas de los efectos inter-sujetos (ANOVA FACTORIAL).

Variable dependiente:REMCLO

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	176,519[a]	2	88,259	5,620	,010
Intersección	47292,593	1	47292,593	3011,557	,000
PH	,000	0	.	.	.
DOSIS	,000	0	.	.	.
TAG	,000	0	.	.	.
PH * DOSIS	,000	0	.	.	.
PH * TAG	,000	0	.	.	.
DOSIS * TAG	,000	0	.	.	.
PH * DOSIS * TAG	,000	0	.	.	.
Error	376,889	24	15,704		
Total	47846,000	27			
Total corregida	553,407	26			

a. R cuadrado = .319 (R cuadrado corregida = .262)

En la tabla 7, el ANOVA se muestra que entre los tratamientos para la variable tiempo de agitación (TAG) existen diferencias significativas a un alfa de 0,05, así mismo para la variable PH, Dosis, y las interacciones: TAG x PH, TAG x Dosis, PH x Dosis y TAG x PH x Dosis existen diferencias significativas entre los tratamientos combinaciones.

Tabla 8 Comparación múltiple de la variable pH con TUkey al 0,05.

REMCLO

DHS de Tukey

(I)PH	(J)PH	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
4,00	7,00	-1,4444	1,86808	,723	-6,1096	3,2207
	10,00	4,5556	1,86808	,057	-,1096	9,2207
7,00	4,00	1,4444	1,86808	,723	-3,2207	6,1096
	10,00	6,0000*	1,86808	,010	1,3349	10,6651
10,00	4,00	-4,5556	1,86808	,057	-9,2207	,1096
	7,00	-6,0000*	1,86808	,010	-10,6651	-1,3349

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 15,704.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

En la tabla 8, se observa que existen diferencias entre las dosis 4 y 10 y 7 y 10.

Comparación de la variable dosis.

Tabla 9 comparación múltiple de la variable dosis con Tukey al 0,05

Comparaciones múltiples

REMCLO

DHS de Tukey

(I)DOSIS	(J)DOSIS	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30,00	60,00	-1,4444	1,86808	,723	-6,1096	3,2207
	120,00	4,5556	1,86808	,057	-,1096	9,2207
60,00	30,00	1,4444	1,86808	,723	-3,2207	6,1096
	120,00	6,0000*	1,86808	,010	1,3349	10,6651
120,00	30,00	-4,5556	1,86808	,057	-9,2207	,1096
	60,00	-6,0000*	1,86808	,010	-10,6651	-1,3349

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 15,704.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

En la tabla 9, se muestra que existen diferencias significativas entre la dosis 30 ml y 120, y 60 y 120 ml respectivamente.

Comparación de la variable tiempo de agitación (TAG).

Tabla 10 Comparación múltiple de la variable TAG con Tukey al 0,05

Comparaciones múltiples

REMCLO

DHS de Tukey

(I)TAG	(J)TAG	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
5,00	15,00	-1,4444	1,86808	,723	-6,1096	3,2207
	30,00	4,5556	1,86808	,057	-,1096	9,2207
15,00	5,00	1,4444	1,86808	,723	-3,2207	6,1096
	30,00	6,0000*	1,86808	,010	1,3349	10,6651
30,00	5,00	-4,5556	1,86808	,057	-9,2207	,1096
	15,00	-6,0000*	1,86808	,010	-10,6651	-1,3349

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 15,704.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

En la tabla 10, se muestra que existen diferencias significativas entre el tiempo de 5 y 30 min y 15 y 30 min respectivamente.

4.1.2.1. EFICIENCIA DE REMOCION DE CLORUROS

Tabla 11. Eficiencia de remoción de cloruros utilizando quitosano

Tratamientos	**pH**	**Dosis (ml/l)**	**Tiempo de agitación**		
			5min.	15min.	30 min.
			%		
T1	4	30	41,0	42,9	42,9
T2	7	30	44,8	44,8	46,7
T3	10	30	27,6	31,4	44,8
T4	4	60	46,7	48,6	48,6
T5	7	60	44,8	44,8	44,8
T6	10	60	39,0	37,1	41,0
T7	4	120	44,8	44,8	44,8
T8	7	120	44,8	41,0	37,1
T9	10	120	41,0	41,0	44,8

En la tabla 11, los tratamientos en pH acido tienen las mejores eficiencias, a diferencia de los tratamientos es pH alcalino. Cabe resaltar que la máxima eficiencia de remoción es con el T4 con un 48,6% en 15 minutos de agitación constante a 50 rpm. A sí mismo **(Hassan & Puted, 2007)** afirma que cuando el pH de la solución es menor a 4 y mayor a 6, las cargas positivas en la superficie de quitosano se reducen significativamente, por tal motivo este biopolímero muestra el mejor resultado en la desestabilización de aguas residuales contaminadas en condiciones ligeramente ácidas (4 – 6) **(Hassan & Puted, 2007)**.

4.1.2.2. Resultados del tratamiento por el método convencional según dosis y pH.

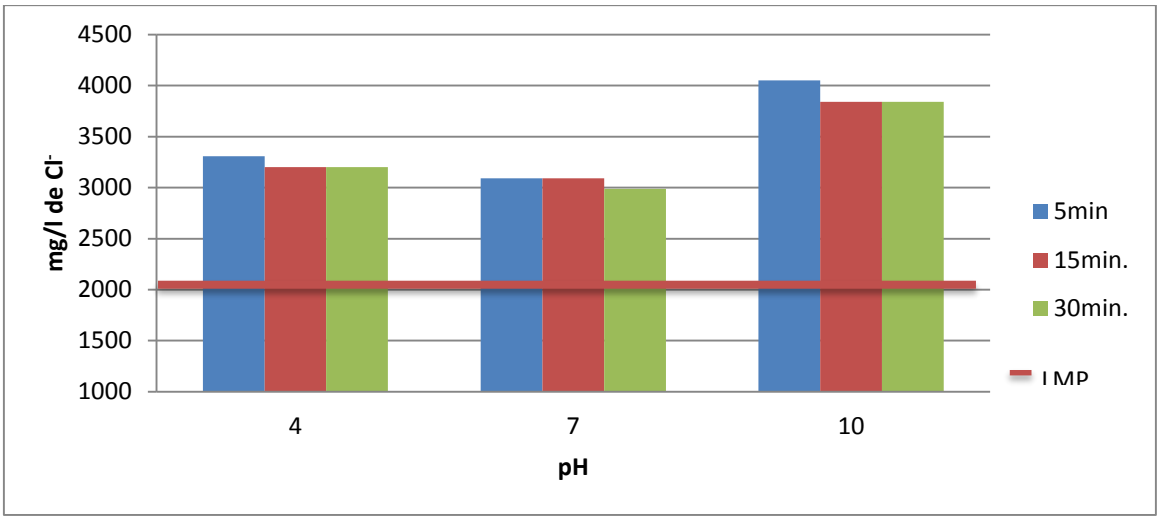


Figura 19. Tratamiento de aguas de producción petrolera con dosis de 30 ml de quitosano soluble.

En la figura 19, todos los tratamientos con una dosis de 30 ml de quitosano si tuvieron eficiencia con respecto a su valor inicial. El tratamientos a un pH 4 a los 5 minutos del tratamiento tuvo una eficiencia de remoción de 41% a los 15 y 30 minutos del tratamiento se mantuvo de con una eficiencia del 42,9%; el tratamientos a un pH 7 a los 5 y 15 minutos del tratamiento se mantuvo con una eficiencia de remoción de 44,8% a los 30 minutos del tratamiento aumento la eficiencia al 46,7% y el tratamientos a un pH 10 a los 5 minutos del tratamiento tuvo una eficiencia de remoción de 27,6% a los 15 y 30 minutos del tratamiento se mantuvo de con una eficiencia del 31,4%.Los tratamientos a pH 7 y 4 tuvieron mejor eficiencia que el tratamiento de pH 10 alcalino, siendo el tratamiento en pH 7 por 30 minutos de agitación el tratamiento más eficiente . En todos los tratamientos no se llegó a cumplir con el LMP de efluente líquido del sub sector de hidrocarburos DS.037-2008-PCM que tiene como LMP para cloruros 2 000 mg/l/Cl^- .

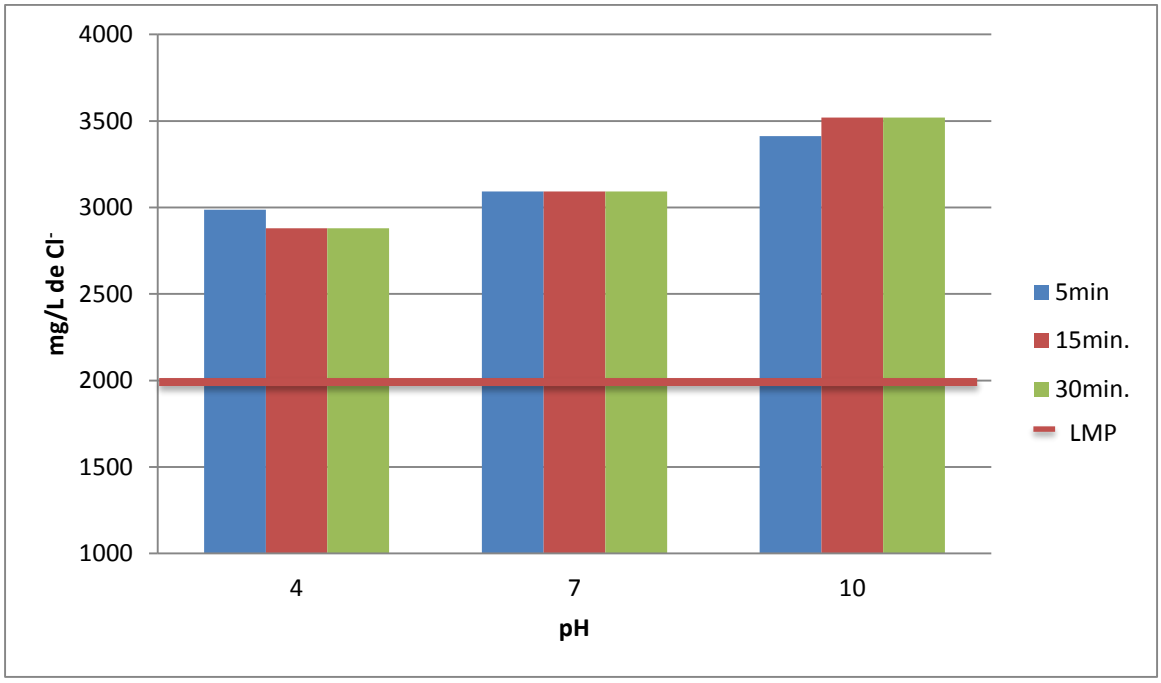


Figura 20. Tratamiento de aguas de producción petrolera con dosis de 60 ml de quitosano soluble

En la figura 20, todos los tratamientos con una dosis de 60 ml de quitosano si tuvieron eficiencia con respecto a su valor inicial. El tratamiento a un pH 4 a los 5 minutos del tratamiento tuvo una eficiencia de remoción de 46,7% a los 15 y 30 minutos del tratamiento aumento la eficiencia al 48,6%; el tratamiento a un pH 7 a los 5, 15 y 30 minutos del tratamiento se mantuvo con una eficiencia de remoción de 44,8% y el tratamiento a un pH 10 a los 5 minutos del tratamiento tuvo una eficiencia de remoción de 39% a los 15 y 30 minutos del tratamiento disminuyo la eficiencia al 37,1%. El tratamiento a pH 4 tuvo la mejor eficiencia a diferencia del tratamiento de pH 7 y 10, siendo el tratamiento en pH 4 por 15 minutos de agitación el tratamiento más eficiente. En todos los tratamientos no se llegó a cumplir con el LMP de efluente líquido del sub sector de hidrocarburos DS.037-2008-PCM que tiene como LMP para cloruros 2 000 mg/l/Cl^-.

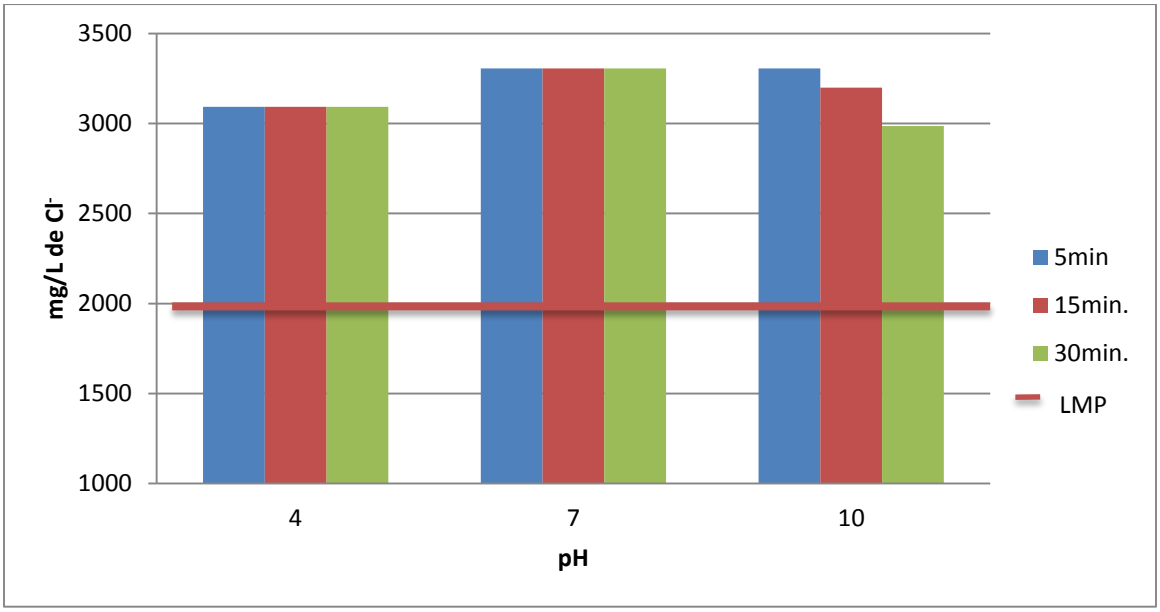


Figura 21 . Tratamiento de aguas de producción petrolera con dosis de 120 ml de quitosano soluble.

En la figura 21, todos los tratamientos con una dosis de 120 ml de quitosano si tuvieron eficiencia con respecto a su valor inicial. El tratamientos a un pH 4 a los 5, 15 y 30 minutos del tratamiento se mantuvo la eficiencia de remoción de 46,7% a los 15 y 30 minutos del tratamiento aumento la eficiencia al 48,6%; el tratamientos a un pH 7 a los 5, 15 y 30 minutos del tratamiento se mantuvo con una eficiencia de remoción de 41% y el tratamientos a un pH 10 a los 5 minutos del tratamiento tuvo una eficiencia de remoción de 41%, a los 15 minutos del tratamiento aumento la eficiencia al 42,9% y a los 15 minutos del tratamiento aumento la eficiencia al 44,8% . El tratamiento a pH 4 tuvo la mejor eficiencia a diferencia que el tratamiento de pH 7 y 10, siendo el tratamiento en pH 4 por 15 minutos de agitación el tratamiento más eficiente. En todos los tratamientos no se llegó a cumplir con el LMP de efluente líquido del sub sector de hidrocarburos DS.037-2008-PCM que tiene como LMP para cloruros 2 000 mg/l/Cl^-.

4.1.2.3. Resultados del tratamiento por el método convencional según dosis y tiempo.

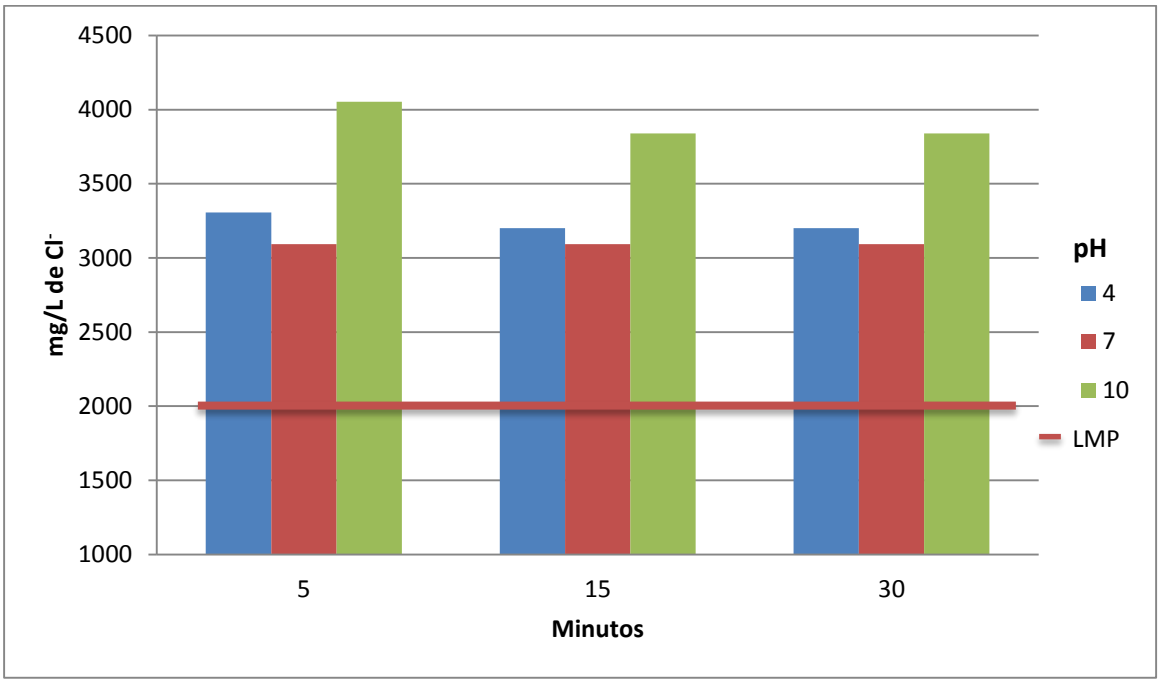


Figura 22. Eficiencia del tratamiento con una dosis de 30ml de quitosano soluble según el tiempo de agitación

En el figura 22, con respecto a la eficiencia en el tiempo de agitación se aprecia que luego de 5 minutos de agitación disminuye la concentración de cloruros, el caso del pH la eficiencia es de 41%, en pH 7 es de 44,8% y a pH 10 es de 27,6%; la eficiencia a 15 minutos del tratamiento mejora en pH 4 un 1,9% adicional, en pH 7 no se aprecia mejora de la eficiencia y en pH 10 la mejora es de 6,8% con respecto a 5 minutos de agitación; la eficiencia a 30 minutos del tratamiento se mantiene en pH 4, en pH 7 la mejora es de 1,9% y en pH 10 no se aprecia mejoría. Teniendo como resultado que el quitosano actúa con mayor eficiencia durante los primeros 5 minutos del tratamiento, pero cabe resaltar que muestra leve mejora de la eficiencia en el tiempo con una dosis de 30 ml de quitosano.

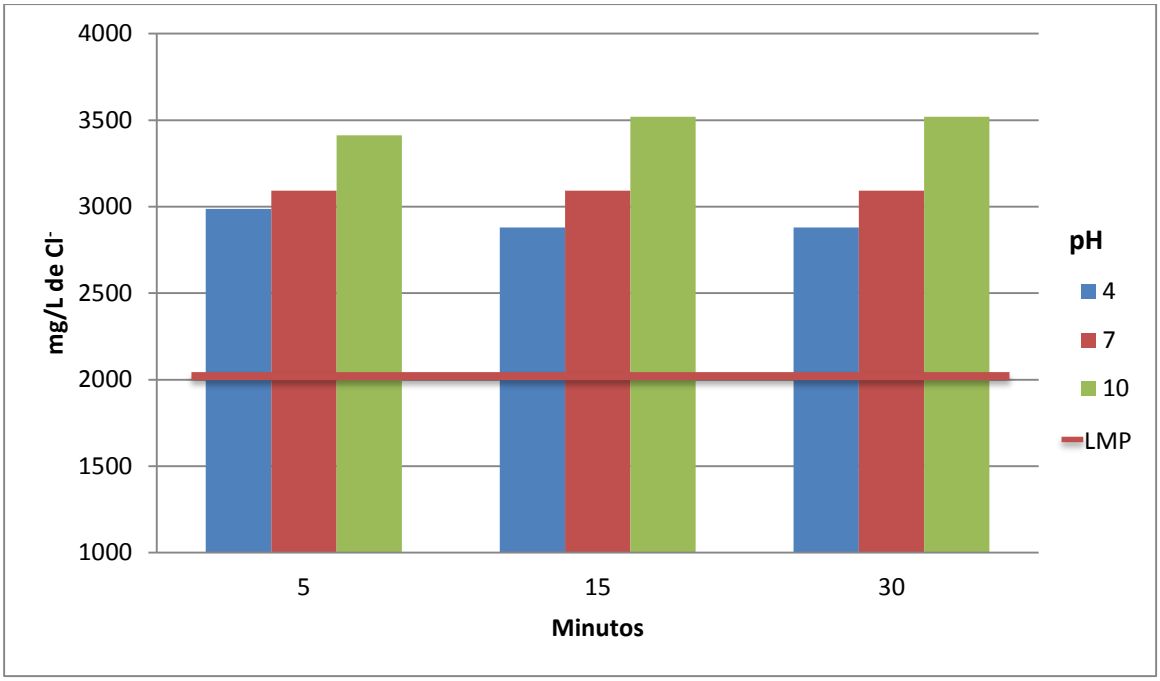


Figura 23. Eficiencia del tratamiento con una dosis de 60ml de quitosano soluble según el tiempo de agitación.

En la figura 23 , con respecto a la eficiencia en el tiempo de agitación se aprecia que luego de 5 minutos de agitación disminuye la concentración de cloruros, el caso del pH 4 la eficiencia es de 46,7% , en pH 7 es de 44,8% y a pH 10 es de 39,0%; la eficiencia a 15 minutos del tratamiento mejora en pH 4 un 1,9% adicional, en pH 7 no se aprecia mejora de la eficiencia y en pH 10 aumenta la concentración de cloruros; la eficiencia a 30 minutos del tratamiento se mantiene en pH 4, en pH 7 se mantiene y en pH 10 se mantiene. Teniendo como resultado que el quitosano actúa con mayor eficiencia durante los primeros 5 minutos del tratamiento, pero cabe resaltar que muestra leve mejora de la eficiencia en el tiempo con una dosis de 60 ml de quitosano solo en pH 4.

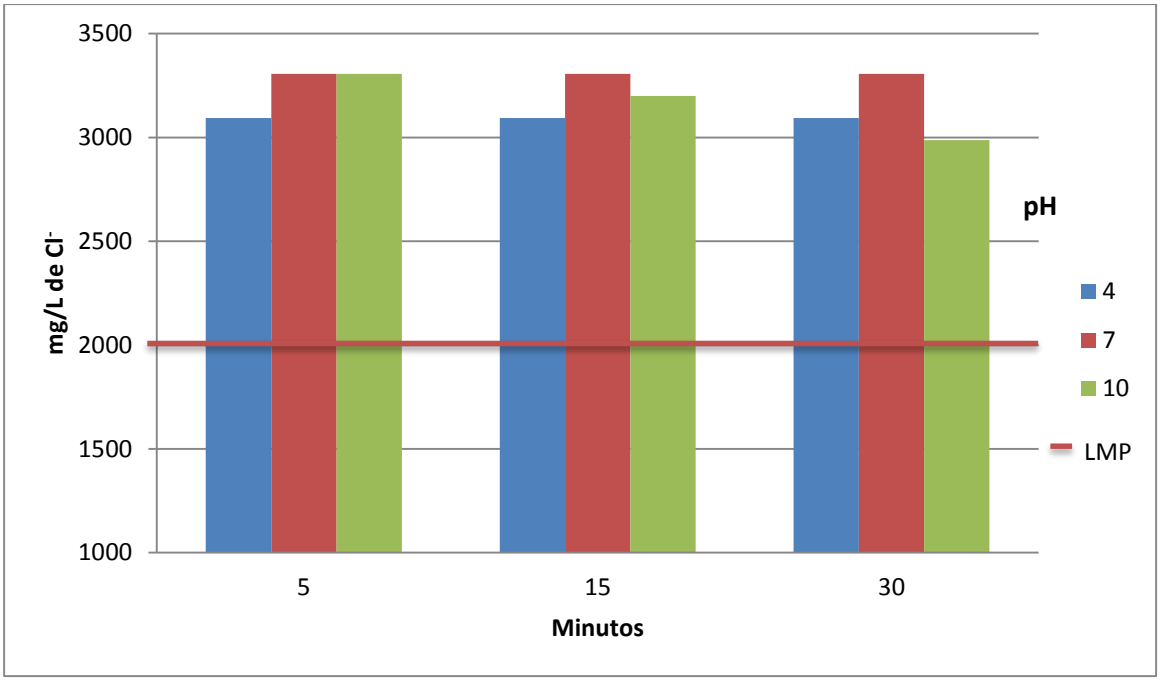


Figura 24. Eficiencia del tratamiento con una dosis de 120ml de quitosano soluble según el tiempo de agitación.

En la figura 24, con respecto a la eficiencia en el tiempo de agitación se aprecia que luego de 5 minutos de agitación disminuye la concentración de cloruros , el caso del pH 4 la eficiencia es de 44,8%, en pH 7 es de 41% y a pH 10 es de 41%; la eficiencia a 15 minutos del tratamiento mejora en pH4 no se aprecia mejora de la eficiencia, en pH 7 no se aprecia mejora de la eficiencia y en pH no se aprecia mejora de la eficiencia; la eficiencia a 30 minutos del tratamiento se mantiene en pH 4, en pH 7 se mantiene y en pH 10 mejora un 3,8%. Teniendo como resultado que el quitosano actúa con mayor eficiencia durante los primeros 5 minutos del tratamiento, pero cabe resaltar que muestra una leve mejora de la eficiencia en el tiempo con una dosis de 120 ml de quitosano solo en pH 10.

4.1.2.4. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO CONVENCIONAL CON QUITOSANO COMBINADO CON ESTABILIZACIÓN.

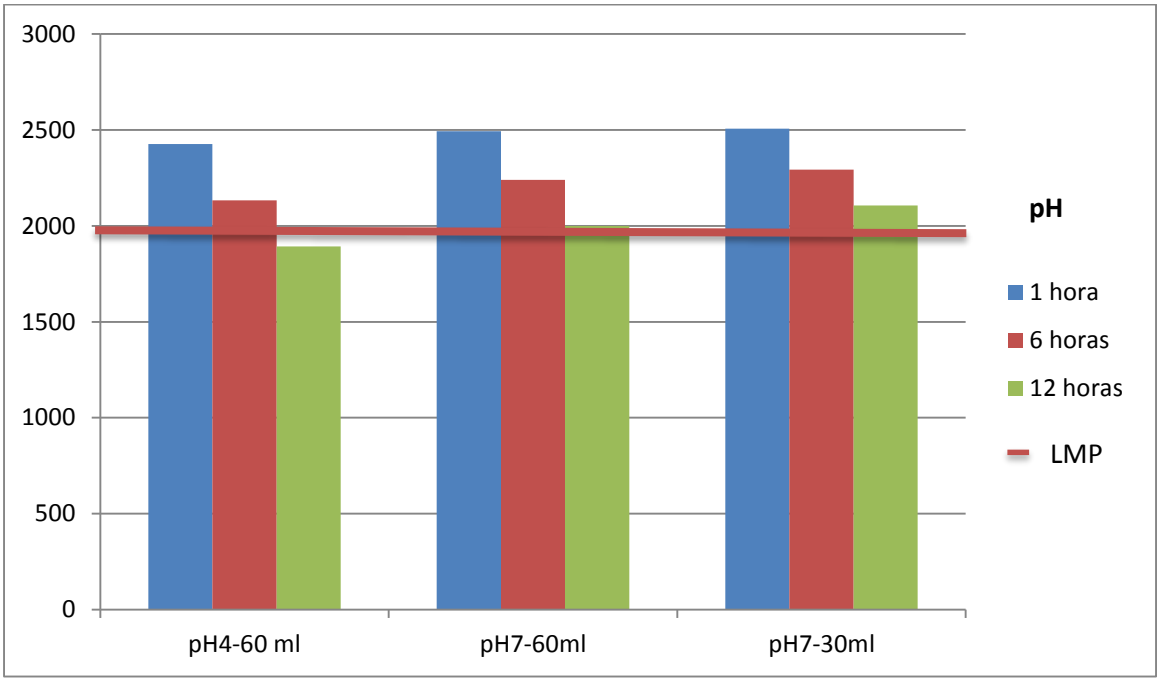


Figura 25. Eficiencia de remoción de cloruros del tratamiento convencional con quitosano combinado con estabilización.

En la figura 25, en todos los tratamientos existe un eficiencia de remoción de cloruros mayor a 50%, en la primera hora de contacto ninguno de los tratamientos cumplió con el LMP, durante la sexta hora de contacto ninguno de los tratamientos cumple con el LMP y los casos de los tratamiento a doceava horas de contacto los tratamientos a pH 7 con 60 ml de quitosano con una concentración media de cloruros de 2 000 mg/l y el tratamiento a pH 4 con 60 ml de quitosano con una concentración media de cloruros de 1 893 mg/l cumplen con el LMP que 2 000 mg/l de cloruros, a diferencia del tratamiento a un pH 7 con una dosis de 30 ml de quitosano con una concentración media de cloruros de 2 107 mg/l el cual sobrepasa el LMP.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se concluyó que el biopolímero quitosano con la metodología convencional es eficiente en la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera, tal como indica en T4 donde se trabajó con una dosis de 60 ml/l, con un pH 4 y a un tiempo de 30 minutos con un 48,6%.de remoción. sin embargo, el quitosano muestra una mayor eficiencia con la metodología convencional combinada con sistemas de estabilización por un tiempo mayor a 12 horas. Las remociones de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera varían de 55% a 66%.

- Se ha demostrado que el biopolímero quitosano con la metodología convencional tiene una mejor eficiencia para la remoción de cloruros a concentración de 60ml/l tal como indica en el T4 con pH 4 y a un tiempo de 30 minutos.

- En cuanto al tiempo, se ha demostrado que, a un tiempo de 30 minutos, tal como indica en el T4 con pH 4 y a concentración de 60 ml/l el biopolímero quitosano es eficiente para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera. Con la metodología convencional combinada con sistemas de estabilización por un tiempo mayor a 12 horas obtuvo mejores resultados, siendo así más eficiente que el método convencional.

- En cuanto al pH, el biopolímero quitosano tiene mejores resultados de remoción con pH 4, tal como indica en la T4 con una dosis de 60 ml/l a un tiempo de 30 minutos; tanto en el tratamiento convencional como en el tratamiento convencional combinado con estabilización.

5.2. RECOMENDACIONES

- El tratamiento del quitosano obtenido debe ser con ácido acético a concentraciones del 5% a 10%, para obtener un biopolímero con mayor solubilidad en el agua.

- Se recomienda realizar pruebas de remoción de cloruros con un tiempo de contacto entre el biopolímero y las aguas de producción petroleras por más de 12 horas y así evaluar si el biopolímero mejora su eficiencia de remoción de cloruros.

- Se recomienda el uso de reactivos comerciales para la preparación del biopolímero, para reducir el costo de producción.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Amaya, G., & Guerra, A. (1976). *Especies de camarones de los ríos norteños del Perú y su distribución.* Lima: Ministerio de Pesqueria.
2. ATSDR. (1999). *Resumen de salud pública de hidrocarburos totales del petróleo.* Washinton D.C.: Departamento de salud y servicios humanos de los EE.UU.
3. Baca, M. (2012). *"El uso del tratamiento físico químico para la depuración de los efluentes generados por la industria textil y de confecciones previos a su disposición final".* Callao- Perú: UNC.
4. Baez, P. (1985). *Fenómeno El Niño, elemento importante en la evolución del camarón de río (Cryphiops caementarius)*. *Investigacion Pesquera de Chile, 32*, 235-242.
5. Bahamonde, N., & Vila, I. (1971). *Sinopsis sobre la biología del camarón de río del norte. Rev. Biolgia Pesquera, 5*, 3-60.
6. Balabarca, M. (2016). *Planta de tratamiento de aguas residuales.* quito.
7. Benjakull, S., Visessangun, W., Tanaka, M., Ishizake, S., Suthudham, R., & Sungpech, O. (2000). *Efferct of chitin and chitosan on gelling properties of surimi from barred garfish(Hemiramphus far). Journal of the Science of Food and Agriculture*(81), 102-108.
8. Bustamante, G., & Cuba, G. (2013). *Electrolitos*. *Revista de Actualización Clínica Investiga, 39*.
9. Caldera, Y., Rodriguez, Y., Oñate, H., Prato, J., & Gutierrez, E. (2011). *Eciencia del quitosano como coagulante durante el tratamiento de aguas de baja turbidez asociadas a la producción de petróleo. Revista Tecnocientífica URU*, 46-52.
10. Campos V., Delgado M., Roal Y. & Mora G. (2017). *Efecto antimicrobiano del quitosano y cascara de naranja en el tratamiento de aguas residuales.* RIA, 381-388.
11. Castro C. (1966). *El camarón del Norte Cryphiops caementarius (Molina).* Chile: Est. Oceanol.

12. Cistobal , L. (2006). *Quitina y quitosano : Materiales del pasado para el presente y el futuro. Avances en Quimica*, 15-21.
13. Domard, A. (2011). A *perspective on 30 years research on chitin and chitosan. Carbohydrate Polymers, 84*, 696-703.
14. Elias, J. (1960). . *Contribución al comportamiento del camarón de río Cryphiops caementarius (Molina) Decapoda: Palaemonidae. Pesca y Caza, 10*, 84-106.
15. EMAPACOP S.A. (2015). *I*nfome tecnico de la PTAR del sector N°9. Ucayali: MPCP.
16. Gacen, J., & Gacen, I. (1996). Quitina y quitosano. Nuevos materiales textiles . *Intexter UPC*, 67-71.
17. Gacen, J., & Gacen, I. (1996). *Quitina y quitosano. Nuevos materiales textiles. Intexter UPC*, 67-71.
18. GESAM. (1999). *Caracterización de la Actividad de Recolección de Camarón de Río del Norte en la III y IV Regiones.* Chile: FIP.
19. Giraldo, J. (2015). *Propiedade , obtencion , caracterizacion y aplicacion del quitosano . Research*, 1-22.
20. Gonzalez, J. (2015). El Fracking: ¿Energía o Salud? *MOLEQLA*, 63-65.
21. Hassan, A., & Puted, M. (2007). Pre-treatment of palm oil mill effluent (pome): a comparison study using chitosan and alum. *Malaysian Journal of Civil Engineering, 13*(2), 2849-2854.
22. Hernandez , R., Fernandez, C., & Baptista , M. (2010). *Metodologia de la investigacion.* Mexico D.F.: McGRAW-HILL.
23. Hernandez, I. (2004). L*a quitosana: un producto bioactivo de diversas aplicaciones*. *Revisión bibliográfica. Cultivos Tropicales, 25*, 97-110.
24. Hoagland, P., & Parris, N. (1996). Chitosan/pectin laminated films. *Journal of Agricultural and Food chemistry*(44), 1915-1919.
25. Inforegion. (5 de Junio de 2010). *inforegion.pe*. Recuperado el 25 de Junio de 2018, de http://www.inforegion.pe/59588/los-secretos-que-guarda-el-parque-nacional-cordillera-azul/21-camaron-de-rio/

26. Jara, C. (1994). *Camarones dulceacuícolas en Chile Informe técnico-científico.* Chile: Universidad Austral de Chile.
27. Jaramillo, S. (2008). *La gran enciclopedia de economia.* BOGOTA.
28. Kraus, R. (1998). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Petróleo: prospección y perforación.* Soci: Ministerio de Trabajo y Asuntos Soci. .
29. Lang, D., & Clausen, T. (1989). *The use of Chitosan in cosmetics.* En G. Skjak-Break, A. Throleif, & P. Stanford, *Chitin and Chitosan: Sources, Chomistry, Biochemistry, Physical Properties and Applications* (pág. 835). New York: Elsevier Applied Science.
30. Larez, C. (2006). Q*uitina y quitosano: Materiales del pasado para el presente y futuro. Avances de Quimica* , 15-21.
31. Larez, C. (2008). A*lgunas de las potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica*. *Universidad de los Andes*, 1-22.
32. Lorenzo, Y. (2006). *Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulacion-floculacion. ICIDCA, 2*, 10-17.
33. Marcellesi, F. (2012). *Fracking: una fractura que pasará factura. Ecología Política*, 43.
34. Matsumoto, K., Guerrero, I., & Hall, G. (1996). *La qutina ocrurrencia , propiedades y aplicaciones. Ciencia 47*, 317-328.
35. Mercado, M. (2006). *Capacidad de remocion microbiana.* QUITO.
36. Meruane, J., Rivera, M., Galleguillos, C., & Hosokawa, H. (2006). Juvenile production of the freshwater prawn Cryphiops caementarius (Decapoda: Palaemonidae) under laboratory conditions in Coquimbo. *Guyana, 2*, 56-64.
37. MINAM. (14 de Mayo de 2008). DS.N°037-2008-PCM / Límites máximos permisibles de efluentes líquidos del Sub sector hidrocarburos . *La Republica*, págs. 07-08.
38. MINAM. (2010). *Limites maximo permisibles.*
39. Molina (1782) camaron de rio *Cryphips caementarius* en la costa centro-sur del Peru 42(3):398-415.

40. Nieto, C., & Orellana, V. (2011). *Aplicación del quitosano como promotor de floculación para disminuir la carga contaminante.* Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana.
41. Paz, N., Fernandez, M., Lopez, O., Nogueira, A., Garcia, C., Perez, D., y otros. (2012). Optimización del proceso de obtención de Quitosano derivada de la Quitina de langosta. *Revista Iberoamericana de Polímeros*(13), 103-116.
42. Ranvindra, R., Krovvidi Kameswara y Khan A.A (1998). Solubility parameter of chitin and chitosan. Carbohydrate polymers, 36:121-127.
43. Sandford, P. (1989). Chitosan: Comercial uses and potential applications. *Elsevier Applied Science.*, 51-59.
44. SMEWW. (1992). *Metodos Normalizados de Analisis de Agua potable y Residuales* (17 ed.). Madrid: APHA.
45. Susarla, S., Medina, V., & McCutcheon , S. (2002). Phytoremediation : An ecological solution to organic chemical contamination. *Ecol. Eng, 18*, 647-658.
46. Tafur, L., & Quevedo, R. (2014). *Alternaticas para el tratamiento de aguas residuales cromadas , con quitosanoestraido del exoesqueleto de camaron .* Tolima: UNIVERSIDAD DEL TOLIMA.
47. USEPA. (2001). *Toxics Release Inventory (TRI).* Washington, D.C: Office of Environmental Information.
48. Valenzuela, C. (2006). *Obtención de quitosano de pota empleando altas dosis de radiación gamma.* Lima: UNMSM.
49. Vega, J. (2007). El petroleo y el gas natural: El recorrido de los minerales . *Comunidad de Madrid*, 63 - 86.
50. Verlee, A.; Mincke, S.; Stevens, C. V. (2017). Recent Developments in Antibacterial and Antifungal Chitosan and Its Derivatives. Carbohydr. Polym . , 164 , 268 – 283.
51. Wang, Q., Xi Chen, Nan Liu, Shi Wang, Cheng Liu, Xiang Meng y Chen Liu (2006). Protonation constands of chitosan with different molecular weight and degree of deacetylation. Carbohydrate polymers, 65:194-201.

52. Zacarías, S., & Yépez, V. (2008). *Monitoreo poblacional del camaron de rio : estimacion de abundancia de adultos en rios de la costa centro sur.* Callao: IMARPE.
53. Zou, P., Yang, X., Wang, J., Li, Y., Yu, H., & Zhang, Y. (2016). Advances in characterisation and biological activities od chitosan and chitosan oligosaccharides. *Foof Chem, 190*, 1174-1181.

VII. ANEXOS

Anexo 1 Protocolo estandarizado de análisis del kit de cloruros

CHLORIDE TEST KIT
Model 8-P
Cat. No. 1440-01

HACH

High Range, 0-400 mg/L Chloride

1. Fill the plastic measuring tube level full with the water that is to be tested. Pour it into the mixing bottle.
2. Add the contents of one Chloride 2 Indicator Powder Pillow. Swirl to mix as shown in *Figure 1*.
3. Add the Silver Nitrate Titrant drop by drop to the water in the mixing bottle. Hold the dropper in a vertical position and swirl the bottle to mix after each drop is added. Count each drop as it is added until the water changes from yellow to orange in color. (An orange - red, rust color indicates the end point has been exceeded.)

WARNING: The chemicals in this kit may be hazardous to the health and safety of the user if inappropriately handled. Please read all warnings before performing the test and use appropriate safety equipment.

HACH COMPANY, P.O. BOX 389, LOVELAND, COLORADO 80359
TELEPHONE: WITHIN U.S. 800-227-4224, OUTSIDE U.S. 970-669-3050, TELEX: 160840

4. To obtain the chloride content of the water in mg/L as Cl multiply the number of drops that were added by 20.
5. To express the results as mg/L sodium chloride NaCl, multiply the mg/L chloride found in the test by 1.6.

Low Range, 0-100 mg/L Chloride

1. Fill the mixing bottle to the 23-mL mark with the water that is to be tested.
2. Add the contents of one Chloride 2 Indicator Powder Pillow. Swirl to mix as *shown in Figure 1*.
3. Add the Silver Nitrate Titrant drop by drop to the water in the mixing bottle. Hold the dropper in a vertical position and swirl the bottle to mix after each drop is added. Count each drop as it is added until the water changes from yellow to orange in color. (An orange - red, rust color indicates the end point has been exceeded.)
4. The chloride content of the water in mg/L as Cl is found by multiplying the number of drops that were added by 5.
5. To express the results as mg/L sodium chloride (NaCl), multiply the mg/L chloride found in the test by 1.6



Figure 1.

REPLACEMENTS

Cat. No.	Description	Unit
1043-99	Chloride 2 Indicator Powder Pillows	pk/100
23498-37	Silver Nitrate Titrant, 0.0493*N*	118 mL(4oz)MDB*
438-00	Measuring Tube	each
2327-06	Mixing Bottle, with 23-mL mark	pk/6
936-00	Clippers, small	each
14400-14	Sodium Chloride Standard Solution, 298 mg/L as Cl, 491 mg/L as NaCl (not included in test kit)	118 mL

*Marked Dropping Bottle

It is suggested that reagent accuracy be checked from time to time by using a reliable standard, such as the Sodium Chloride Standard Solution, Cat. No. 14400-14 listed under *Replacements*. Follow regular instructions using the standard solution instead of a sample.

©Hach Company, 1988. All rights are reserved.
Made in U.S.A.
10/95

Anexo 2 Análisis estadístico ANOVA

Factores inter-sujetos

		N
PH	4,00	9
	7,00	9
	10,00	9
DOSIS	30,00	9
	60,00	9
	120,00	9
TAG	5,00	9
	15,00	9
	30,00	9

Numero de datos (N) de cada uno de los factores estudiados (Variables independientes cuantitativas).

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error[a]

Variable dependiente:REMCLO

F	gl1	gl2	Sig.
4,284	2	24	,026

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intersección + PH + DOSIS + TAG + PH * DOSIS + PH * TAG + DOSIS * TAG + PH * DOSIS * TAG

Al contrastarse la hipótesis nula ***($U_1=U_2=U_3……U_n$)*** la prueba de **Levene** indica si existen diferencias significativas entre los tratamientos combinaciones estudiadas y la remoción de cloruros (REMCLO) lo cual se muestra con más detalles en el análisis de varianza ANOVA de los factores estudiados.

Estadísticos descriptivos

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente:REMCLO

PH	DOSIS	TAG	Media	Desviación típica	N
4,00	30,00	5,00	42,8889	3,14024	9
		Total	42,8889	3,14024	9
	Total	5,00	42,8889	3,14024	9
		Total	42,8889	3,14024	9
7,00	60,00	15,00	44,3333	1,87083	9
		Total	44,3333	1,87083	9
	Total	15,00	44,3333	1,87083	9
		Total	44,3333	1,87083	9
10,00	120,00	30,00	38,3333	5,80948	9
		Total	38,3333	5,80948	9
	Total	30,00	38,3333	5,80948	9
		Total	38,3333	5,80948	9
Total	30,00	5,00	42,8889	3,14024	9
		Total	42,8889	3,14024	9
	60,00	15,00	44,3333	1,87083	9
		Total	44,3333	1,87083	9
	120,00	30,00	38,3333	5,80948	9
		Total	38,3333	5,80948	9
	Total	5,00	42,8889	3,14024	9
		15,00	44,3333	1,87083	9
		30,00	38,3333	5,80948	9
		Total	41,8519	4,61356	27

En la tabla se observa que existen diferencias entre las dosis 4 y 10 y 7 y 10.

Comparación de la variable pH.

REMCLO

DHS de Tukey[a,b]

PH	N	Subconjunto 1	Subconjunto 2
10,00	9	38,3333	
4,00	9	42,8889	42,8889
7,00	9		44,3333
Sig.		,057	,723

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 15,704.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000

b. Alfa = .05.

Comparación de la variable dosis.

REMCLO

DHS de Tukey[a,b]

DOSIS	N	Subconjunto 1	Subconjunto 2
120,00	9	38,3333	
30,00	9	42,8889	42,8889
60,00	9		44,3333
Sig.		,057	,723

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 15,704.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000

b. Alfa = .05.

Comparación de la variable tiempo de agitación (TAG).

REMCLO

DHS de Tukey[a,b]

TAG	N	Subconjunto 1	Subconjunto 2
30,00	9	38,3333	
5,00	9	42,8889	42,8889
15,00	9		44,3333
Sig.		,057	,723

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 15,704.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000

b. Alfa = .05.

Anexo 3 Certificado de análisis de los tratamientos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Certificado referencial N° 180624

Solicitante	Jenifer Almendra Pérez Ruiz
Tipo de muestra	Agua de producción petrolera
Fecha de muestreo	10 de mayo del 2018
Hora de toma de muestra	10:00 am
Hora de ingreso de muestra	11:30 am
Fecha de emisión de certificado	20 de Junio del 2018
Cadena de custodia N°	0024- 05-2018
Condición de almacenamiento	Refrigeración
Responsable del muestreo	La solicitante
Responsable de laboratorio	Blgo. Mg. Mcblg. EMILIO PASCUAL VALENTÍN
Normativa comparada	LMP de efluente líquido del sub sector de hidrocarburos DS.037-2008-PCM.

*El presente certificado tiene valor referencia, no para uso legal. La responsabilidad dela muestra y las condiciones de entregan recaen en manos del responsable del muestreo y/o solicitante.

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Parámetros	Unidad	M1	M2	M3	*D.S.037-2008*
pH	Unidades de pH+	7.2	7.9	7.5	6.0-9.0
Conductividad	uS/cm	7120	6980	7050	**
Cloruros	mg/l	5760	5440	5600	2000

Nd: No Detectable a Nivel de Cuantificación.

*** El parámetro no aplica para esta sub categoría*

Las muestras analizadas comparada con el **D.S. N° 037-2008-PCM, *NO CUMPLEN*** los límites máximos permisibles.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Blgo. Mg. Mcblg. Emilio Pascual Valentin
JEFE

*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Certificado referencial N° 180625

Solicitante	Jenifer Almendra Pérez Ruiz
Tipo de muestra	Agua de producción petrolera tratadas con una dosis de 30ml de quitosano
Fecha de muestreo	15 de mayo a 5 junio del 2018
Hora de toma de muestra	*
Hora de ingreso de muestra	*
Fecha de emisión de certificado	20 de Junio del 2018
Cadena de custodia N°	0025- 05-2018
Condición de almacenamiento	Refrigeración
Responsable del muestreo	La solicitante
Responsable de laboratorio	Blgo. Mg. Mcblg. EMILIO PASCUAL VALENTÍN
Normativa comparada	LMP de efluente líquido del sub sector de hidrocarburos DS.037-2008-PCM.

* El presente certificado tiene valor referencia, no para uso legal. La responsabilidad dela muestra y las condiciones de entregan recaen en manos del responsable del muestreo y/o solicitante.

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Tratamientos	Unidad	Cloruros	*D.S.037-2008*
pH4-30ml-5min-M1	mg/l	3200	2000
pH4-30ml-5min-M2		3520	
pH4-30ml-5min-M3		3200	
pH4-30ml-15min-M1		3200	
pH4-30ml-15min-M2		3200	
pH4-30ml-15min-M3		3200	
pH4-30ml-30min-M1		3200	
pH4-30ml-30min-M2		3200	
pH4-30ml-30min-M3		3200	
Ph7-30ml-5min-M1		3200	
pH7-30ml-5min-M2		3200	
pH7-30ml-5min-M3		2880	
Ph7-30ml-15min-M1		3200	
pH7-30ml-15min-M2		3200	
pH7-30ml-15min-M3		3200	
Ph7-30ml-30min-M1		2880	

*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Blgo. Mg. Mcblg. Emilio Pascual Valentin
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD

pH7-30ml-30min-M2		3200	
pH7-30ml-30min-M3		3880	
Ph10-30ml-5min-M1		4160	
pH10-30ml-5min-M2		3840	
pH10-30ml-5min-M3		3160	
Ph10-30ml-15min-M1		3840	
pH10-30ml-15min-M2		3840	
pH10-30ml-15min-M3		3840	
Ph10-30ml-30min-M1		3840	
pH10-30ml-30min-M2		3840	
pH10-30ml-30min-M3		3840	

Nd: No Detectable a Nivel de Cuantificación.
*** El parámetro no aplica para esta sub categoría*

Las muestras analizadas comparada con el **D.S. N° 037-2008-PCM, *NO CUMPLEN*** los límites máximos permisibles.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Blgo. Mg. Microbiol. Emilio Pascual Valentin
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Certificado referencial N° 180626

Solicitante	Jenifer Almendra Pérez Ruiz
Tipo de muestra	Agua de producción petrolera tratadas con una dosis de 60ml de quitosano
Fecha de muestreo	15 de mayo a 5 junio del 2018
Hora de toma de muestra	*
Hora de ingreso de muestra	*
Fecha de emisión de certificado	20 de Junio del 2018
Cadena de custodia N°	0026- 05-2018
Condición de almacenamiento	Refrigeración
Responsable del muestreo	La solicitante
Responsable de laboratorio	Blgo. Mg. Mcblg. EMILIO PASCUAL VALENTÍN
Normativa comparada	LMP de efluente líquido del sub sector de hidrocarburos DS.037-2008-PCM.

* El presente certificado tiene valor referencia, no para uso legal. La responsabilidad dela muestra y las condiciones de entregan recaen en manos del responsable del muestreo y/o solicitante.

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Tratamientos	Unidad	Cloruros	*D.S.037-2008*
pH4-60ml-5min-M1	mg/l	3200	2000
pH4-60ml-5min-M2		2880	
pH4-60ml-5min-M3		2880	
pH4-60ml-15min-M1		2880	
pH4-60ml-15min-M2		2880	
pH4-60ml-15min-M3		2880	
pH4-60ml-30min-M1		2880	
pH4-60ml-30min-M2		2880	
pH4-60ml-30min-M3		2880	
Ph7-60ml-5min-M1		3200	
pH7-60ml-5min-M2		3200	
pH7-60ml-5min-M3		2880	
Ph7-60ml-15min-M1		3200	
pH7-60ml-15min-M2		3200	
pH7-60ml-15min-M3		2880	
Ph7-60ml-30min-M1		3200	

*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Blgo. Mg. Mcblg. Emilio Pascual Valentin
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD

pH7-60ml-30min-M2		3200	
pH7-60ml-30min-M3		2880	
Ph10-60ml-5min-M1		3520	
pH10-60ml-5min-M2		3520	
pH10-60ml-5min-M3		3200	
Ph10-60ml-15min-M1		3520	
pH10-60ml-15min-M2		3520	
pH10-60ml-15min-M3		3520	
Ph10-60ml-30min-M1		3520	
pH10-60ml-30min-M2		3520	
pH10-60ml-30min-M3		3520	

Nd: No Detectable a Nivel de Cuantificación.
*** El parámetro no aplica para esta sub categoría*

Las muestras analizadas comparada con el **D.S. N° 037-2008-PCM, *NO CUMPLEN*** los límites máximos permisibles.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Blgo. Mg. Microbl. Emilio Pascual Valentin
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Certificado referencial N° 180627

Solicitante	Jenifer Almendra Pérez Ruiz
Tipo de muestra	Agua de producción petrolera tratadas con una dosis de 120ml de quitosano
Fecha de muestreo	15 de mayo a 5 junio del 2018
Hora de toma de muestra	*
Hora de ingreso de muestra	*
Fecha de emisión de certificado	20 de Junio del 2018
Cadena de custodia N°	0027- 05-2018
Condición de almacenamiento	Refrigeración
Responsable del muestreo	La solicitante
Responsable de laboratorio	Blgo. Mg. Mcblg. EMILIO PASCUAL VALENTÍN
Normativa comparada	LMP de efluente líquido del sub sector de hidrocarburos DS.037-2008-PCM.

* El presente certificado tiene valor referencia, no para uso legal. La responsabilidad dela muestra y las condiciones de entregan recaen en manos del responsable del muestreo y/o solicitante.

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Tratamientos	Unidad	Cloruros	*D.S.037-2008*
pH4-120ml-5min-M1	mg/l	2880	2000
pH4-120ml-5min-M2		2880	
pH4-120ml-5min-M3		3520	
pH4-120ml-15min-M1		2880	
pH4-120ml-15min-M2		2880	
pH4-120ml-15min-M3		3520	
pH4-120ml-30min-M1		2880	
pH4-120ml-30min-M2		2880	
pH4-120ml-30min-M3		3520	
Ph7-120ml-5min-M1		3520	
pH7-120ml-5min-M2		3200	
pH7-120ml-5min-M3		3200	
Ph7-120ml-15min-M1		3520	
pH7-120ml-15min-M2		3200	
pH7-120ml-15min-M3		3200	
Ph7-120ml-30min-M1		3520	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Blgo. Mg. Mcblg. Emilio Pascual Valentin
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD

pH7-120ml-30min-M2		3200	
pH7-120ml-30min-M3		3200	
Ph10-120ml-5min-M1		3200	
pH10-120ml-5min-M2		3200	
pH10-120ml-5min-M3		3520	
Ph10-120ml-15min-M1		3200	
pH10-120ml-15min-M2		3200	
pH10-120ml-15min-M3		3200	
Ph10-120ml-30min-M1		2880	
pH10-120ml-30min-M2		3200	
pH10-120ml-30min-M3			

Nd: No Detectable a Nivel de Cuantificación.
*** El parámetro no aplica para esta sub categoría*

Las muestras analizadas comparada con el **D.S. N° 037-2008-PCM, *NO CUMPLEN*** los límites máximos permisibles.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Blgo. Mg. Mcrblg. Emilio Pascual Valentin
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Certificado referencial N° 180628

Solicitante	Jenifer Almendra Pérez Ruiz
Tipo de muestra	Agua de producción petrolera tratadas combinado
Fecha de muestreo	15 de mayo a 5 junio del 2018
Hora de toma de muestra	*
Hora de ingreso de muestra	*
Fecha de emisión de certificado	20 de Junio del 2018
Cadena de custodia N°	0028- 05-2018
Condición de almacenamiento	Refrigeración
Responsable del muestreo	La solicitante
Responsable de laboratorio	Blgo. Mg. Mcblg. EMILIO PASCUAL VALENTÍN
Normativa comparada	LMP de efluente líquido del sub sector de hidrocarburos DS.037-2008-PCM.

* El presente certificado tiene valor referencia, no para uso legal. La responsabilidad dela muestra y las condiciones de entregan recaen en manos del responsable del muestreo y/o solicitante.

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Tratamientos	Unidad	Cloruros	*D.S.037-2008*
pH4-60ml-1h-M1	mg/l	2400	
pH4-60ml-1h-M2		2480	
pH4-60ml-1h-M3		2400	
pH4-60ml-6h-M1		2160	
pH4-60ml-6h-M2		2160	
pH4-60ml-6h-M3		2080	
pH4-60ml-12h-M1		1920	
pH4-60ml-12h-M2		1920	
pH4-60ml-12h-M3		1840	
pH7-60ml-1h-M1		2480	
pH7-60ml-1h-M2		248	
pH7-60ml-1h-M3		2520	
pH7-60ml-6h-M1		2160	
pH7-60ml-6h-M2		2240	
pH7-60ml-6h-M3		2320	
pH7-60ml-12h-M1		2000	
pH7-60ml-12h-M2		2080	

*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Blgo. Mg. Mcblg. Emilio Pascual Valentín
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD

pH7-60ml-12h-M3		1920	
pH7-30ml-1h-M1		2480	
pH7-30ml-1h-M2		2520	
pH7-30ml-1h-M3		2520	
pH7-30ml-6h-M1		2240	
pH7-30ml-6h-M2		2320	
pH7-30ml-6h-M3		2320	
pH7-30ml-12h-M1		2080	
pH7-30ml-12h-M2		2080	
pH7-30ml-12h-M3		2160	

Nd: No Detectable a Nivel de Cuantificación.
*** El parámetro no aplica para esta sub categoría*

Parte de las muestras analizadas comparada con el **D.S. N° 037-2008-PCM, *SI CUMPLEN*** los límites máximos permisibles.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

Blgo. Mg. Mcbiol. Emilio Pascual Valentin
JEFE

Anexo 4 Certificado de Estandarización del kit de cloruros.

HACH COMPANY

P.O.Box 389
Loveland, CO 80539
(970) 669-3050

An ISO 9001 Certified Company

Certificate of Analysis

COMMODITY: **Chloride 2 Indicator**
COMMODITY NUMBER: **104399**
LOT NUMBER: **A8052**

MANUFACTURE DATE: **2/26/2018**

DATE OF ANALYSIS: **2/26/2018**

TEST	*SPECIFICATIONS*	*RESULTS*
Function Test: One pillow dissolved in 10 mL of DI water develops red color after the addition of silver nitrate solution.	0 to 2 drops	1.0 drops

The expiration date is Feb 2023

Certified by Scott Als

Scott Als
Analytical Services Chemist

Anexo 5. Iconografías



Fotografía 1. Descamado y lavado del exoesqueleto del camarón



Fotografía 2 . Exoesqueleto del camarón antes del secado



Fotografía 3 . Exoesqueleto ingresando al horno de secado



Fotografía 4. Exoesqueleto del camarón antes del secado



Fotografía 5 . Pesado del exoesqueleto de camarón



Fotografía 6 . Pesado del exoesqueleto después del secado



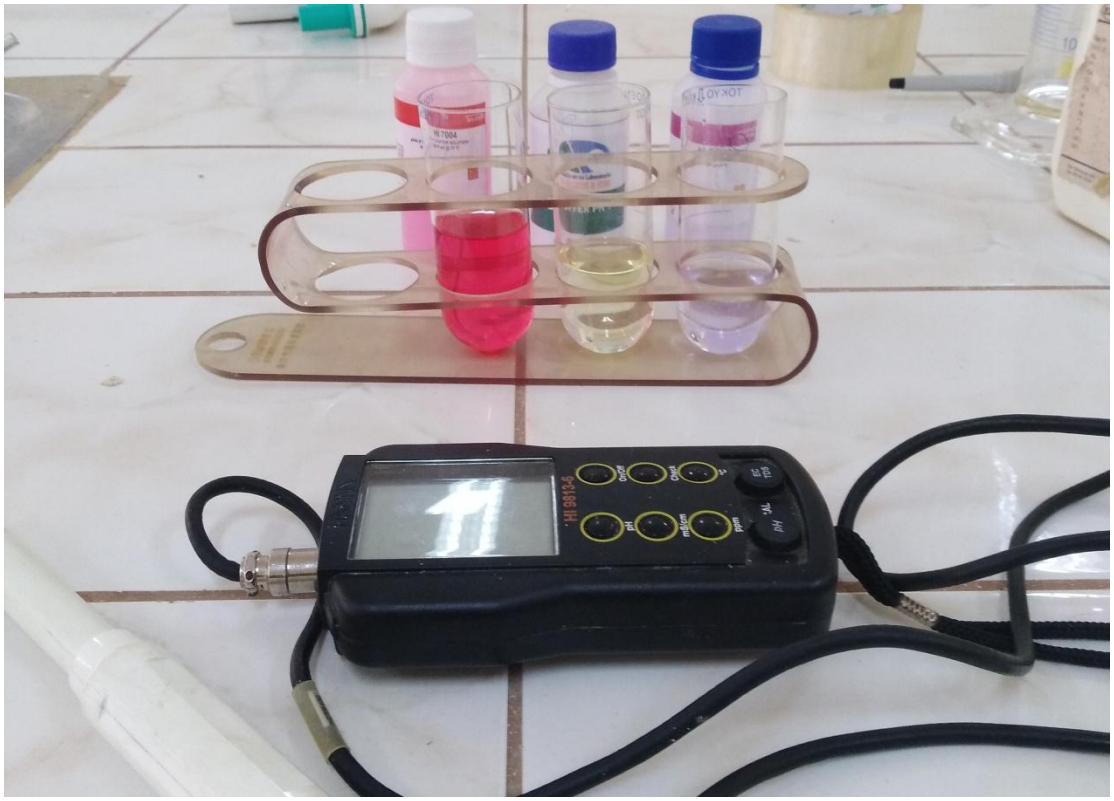
Fotografía 7. Primera molienda del exoesqueleto de camarón



Fotografía 8. Segunda molienda del exoesqueleto de camarón



Fotografía 9 . Muestras de aguas de producción petroleras para las pruebas experimentales.



Fotografía 10. Calibración del potenciómetro de pH , con sus respectivos estándares de 4 , 7 y 10 **.**



Fotografía 11. Desproteinizacion



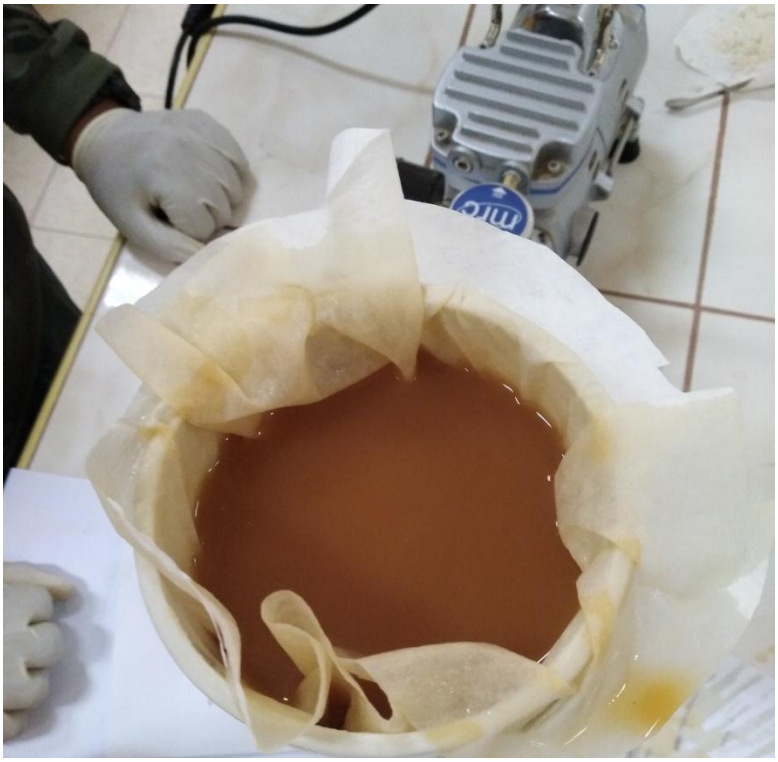
Fotografía 12. Desmineralización del polvo desproteinisado



Fotografía 13. Quitina mas pigmento secado posterios a la desmineralizacion.



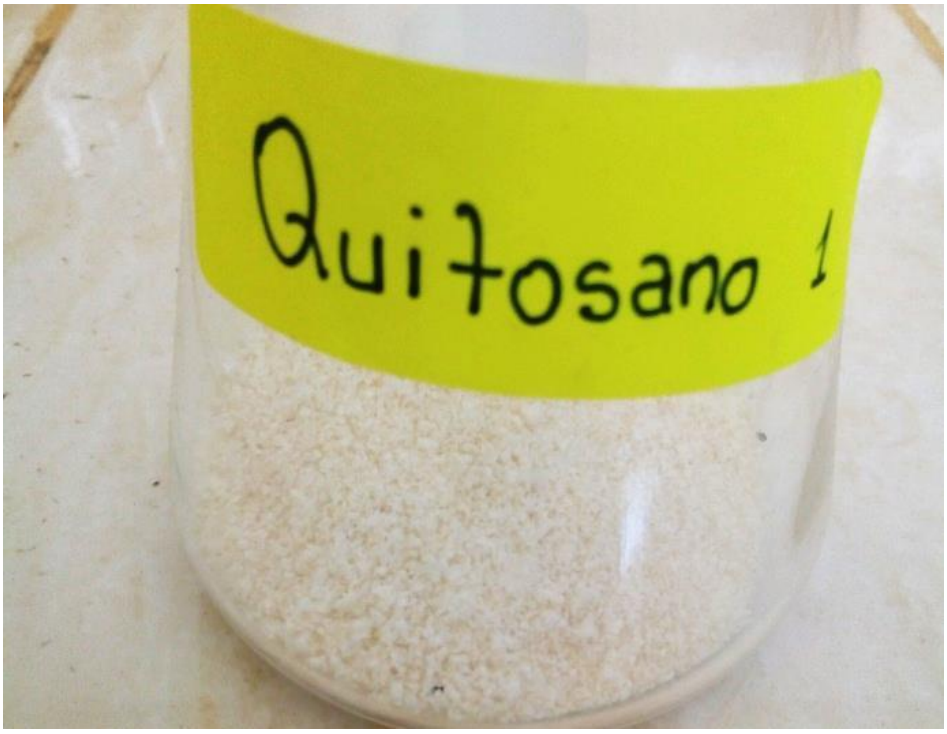
Fotografía 14. Desacetilación



Fotografía 15. Filtrado del quitosano



Fotografía 16. Lavado y filtrado del quitosano



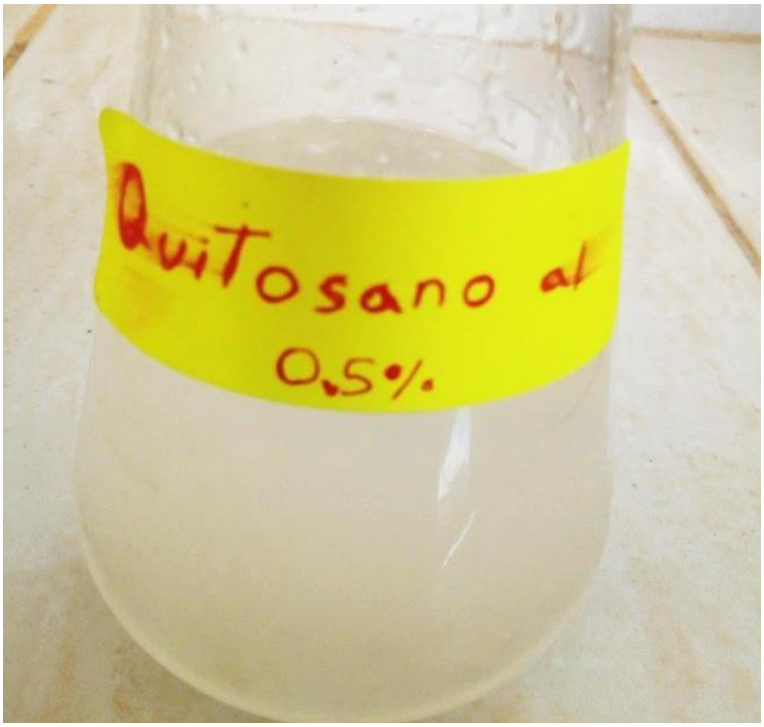
Fotografía 17. Quitosano final, después del lavado y secado.



Fotografía 18. Materiales para la Solubilización del quitosano



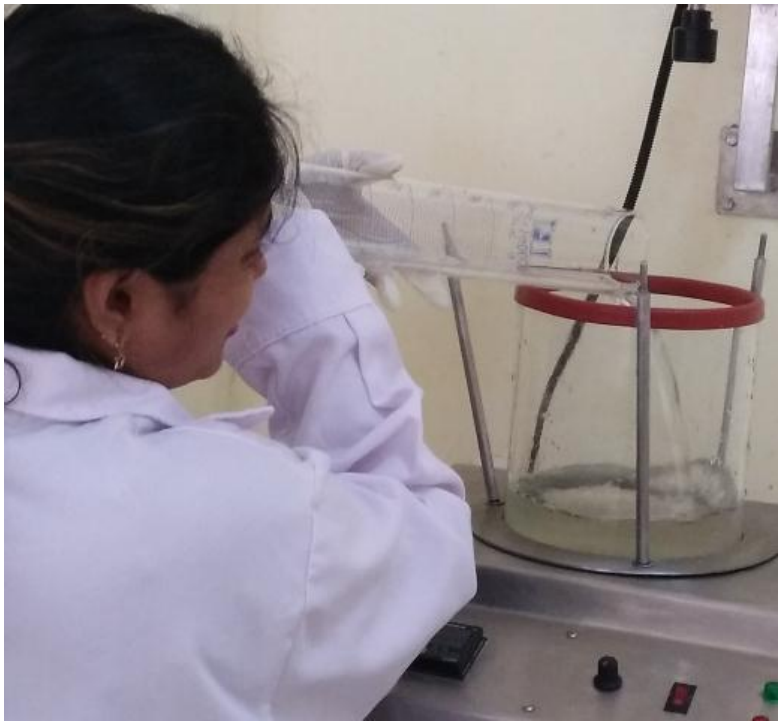
Fotografía 19. Preparación del quitosano soluble al 0.5% con ácido acético.



Fotografía 20. Quitosano al 0.5%.



Fotografía 21. Toma de 1 Litro de muestra para la prueba de jarra.



Fotografía 22. Agregado de la muestra en el contenedor para la prueba de jarra.



Fotografía 23. Regulación del pH de la muestra con ácido clorhídrico.



Fotografía 24. Aplicación de la dosis en la muestra.



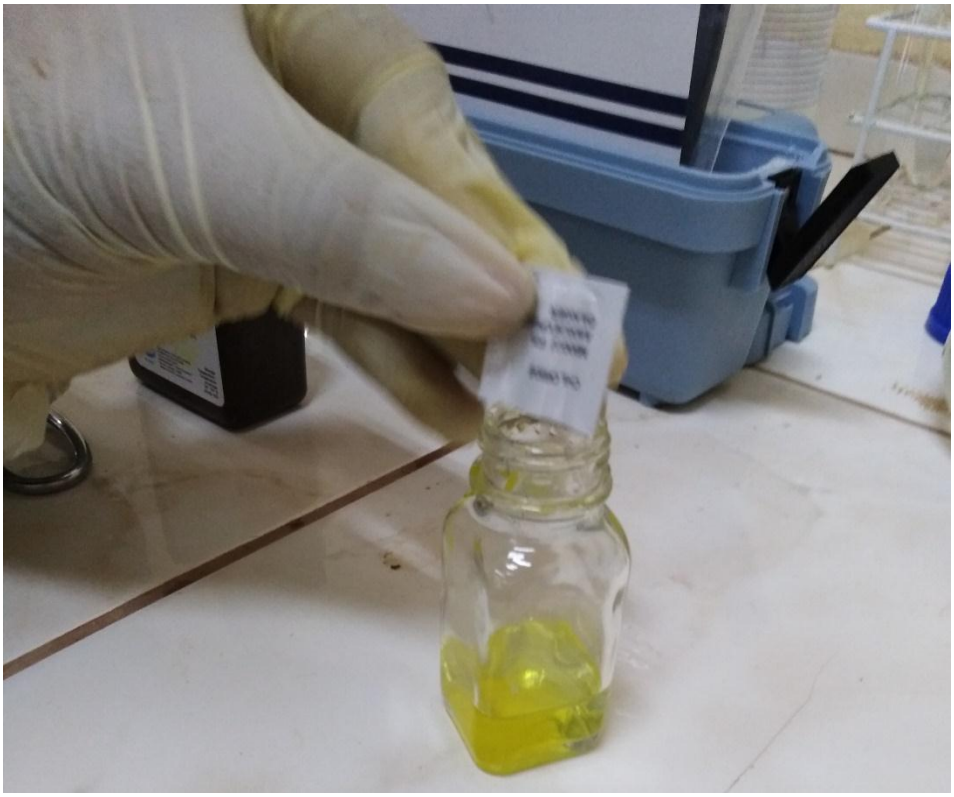
Fotografía 25. Medición de pH y conductividad posterior al tratamiento.



Fotografía 26. Test kit HACH para medición de cloruro.



Fotografía 27. Dilución de la muestra para el análisis.



Fotografía 28. Mescla del reactivo para el análisis de cloruros

ANEXO 6. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: EVALUACION DEL EFECTO DEL QUITOSANO (BIOPOLIMERO) PARA LA REMOCION DE CLORUROS EN LA AGUAS DE PRODUCCION PETROLERA, UCAYALI- 2018.
Tesista: JENIFER ALMENDRA PEREZ RUÍZ

PROBLEMA	**OBJETIVOS**	**HIPOTESIS**	**VARIABLES**	**DIMENSIONES**	**INDICADORES**
GENERAL ✓ **¿Es eficiente el biopolímero (quitosano) para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera?** ESPECIFICOS ✓ **¿Cuál será la concentración del quitosano biopolímero quitosano más eficiente para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera?** ✓ **¿Cuál será el tiempo determinado para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera utilizando el biopolímero (quitosano)?** ✓ **¿Cuál será el pH adecuado para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera utilizando el quitosano (biopolímero)?**	**GENERAL** ✓ Determinar el efecto del quitosano biopolímero (quitosano) para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera. **ESPECIFICOS** ✓ Evaluar la concentración más eficiente quitosano biopolímero (quitosano) para remover cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera. ✓ Determinar el tiempo adecuado para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera utilizando el biopolímero (quitosano). ✓ Evaluar el pH adecuado para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera utilizando el biopolímero (quitosano).	**GENERAL** ✓ El Biopolímero (quitosano) es eficaz para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera. **ESPECIFICOS** ✓ La concentración más eficiente del biopolímero (quitosano) para remover cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera en una dosis que se aplicara. ✓ La remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera utilizando el biopolímero (quitosano) se dará en un tiempo determinado. ✓ La remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera utilizando el biopolímero (quitosano) se dará en un tiempo determinado se dará con un pH determinado.	**Indipendiente(X):** ✓ Quitosano (Biopolimero) **dependiente(Y):** ✓ Cloruros en las aguas de producción petrolera **Interviniente:** ✓ Distrito de Manantay	**independiente(X):** ✓ Agente coagulante **dependiente(Y):** ✓ Parámetro fisicoquímico	**independiente(X):** ✓ Tiempo de floculacion ✓ pH ✓ dosis de quitosano **dependiente(Y):** ✓ Cloruros