

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA**



**TESIS:**

**“ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIO  
CHUCCHUN – CARHUAZ, EMPLEANDO INSUMOS  
ORGÁNICOS “AGAVE AMERICANO (PENCA) Y EL  
TRITICUM VULGARE (TRIGO)” CON PROCESO  
MODIFICADO DE FILTRACIÓN LENTA EN EL AÑO 2016”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO SANITARIO**

**AUTORES:**

**BACH. MIGUEL ÁNGEL QUISPE BARRETO**

**BACH. ROCÍO YOVANA RONDOÑO CHÁVEZ**

**ASESOR:**

**ING. MARTÍN MIGUEL HUAMÁN CARRANZA**

**HUARAZ – ANCASH – PERU**

**AGOSTO - 2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA**



**TESIS:**

**“ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIO  
CHUCCHUN – CARHUAZ, EMPLEANDO INSUMOS  
ORGÁNICOS “AGAVE AMERICANO (PENCA) Y EL  
TRITICUM VULGARE (TRIGO)” CON PROCESO  
MODIFICADO DE FILTRACIÓN LENTA EN EL AÑO 2016”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO SANITARIO**

**AUTORES:**

**BACH. MIGUEL ÁNGEL QUISPE BARRETO**

**BACH. ROCÍO YOVANA RONDOÑO CHÁVEZ**

**ASESOR:**

**ING. MARTÍN MIGUEL HUAMÁN CARRANZA**

**HUARAZ – ANCASH – PERU**

**AGOSTO - 2018**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis lo dedico a mis padres, mis hermanos y a mi pareja, por brindarme su apoyo incondicional y confianza para poder culminar con una de mis metas.

A mi hijo por darme esa fuerza y ganas de buscar lo mejor para él, a su corta edad me enseña muchas cosas de la vida, fuiste mi motivación para culminar con éxito mi carrera.

*Rondoño Chávez Rocío Yovana*

La presente tesis lo dedico a mis padres, mis hermanos y todos aquellos familiares presentes y ausentes, porque me brindaron su apoyo incondicional y la confianza para poder culminar con una de mis metas.

*Quispe Barreto Miguel Ángel*

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia damos gracias a Dios por su inmensa bondad, y habernos permitido llegar hasta este punto para lograr vuestros objetivos.

A vuestros padres por todo el apoyo brindado durante toda la etapa de estudiante.

A la institución, como es la universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, nuestra alma mater y a nuestros formadores por haber aportado con sus sabidurías, quienes se han esforzado por ayudarnos a llegar hasta este punto en el que nos encontramos.

Al Ing. Martin Huamán Carranza, por guiarnos y apoyarnos en la elaboración de la presente tesis.

***QUISPE BARRETO MIGUEL ANGEL***

***RONDOÑO CHAVEZ ROCIO YOVANA***

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Quispe Barreto Miguel Ángel, identificado con N° de DNI. 41748909 y Rondoño Chávez Rocío Yovana Identificado con N° de DNI. 42358683, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, declaramos que el trabajo para la tesis realizado titulado “ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD DEL RIO CHUCCHUN – CARHUAZ, EMPLEANDO INSUMOS ORGÁNICOS “AGAVE AMERICANO (PENCA) Y EL TRITICUM VULGARE (TRIGO)” CON PROCESO MODIFICADO DE FILTRACIÓN LENTA EN EL AÑO 2016” presentado para la obtención del título profesional de Ingeniero Sanitario, es de nuestra autoría.

Por lo tanto, declaramos lo siguiente:

- Hemos mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis provenientes de otras fuentes de acuerdo a lo establecido por las normas de elaboración de trabajo académico.
- No hemos utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellos expresamente señalados en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Somos consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De no encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Huaraz 10 de agosto de 2018

---

Miguel Ángel Quispe Barreto  
Código Univ.:05.1484.2. AH  
DNI: 41748909

---

Rocío Yovana Rondoño Chávez  
Código Univ.: 05.1048.7.TH  
DNI: 42358683

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	iii
ÍNDICE.....	iv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION CIENTIFICA .....	3
1.1.1. Antecedentes.....	3
1.1.2. Fundamentación Científica.....	5
1.2. TRABAJOS PREVIOS.....	5
1.2.1. Macro ubicación .....	6
1.2.2. Micro ubicación.....	7
1.3. TEORIAS RELACIONADOS CON EL TEMA.....	8
1.3.1. El Agua.....	8
1.4. DEFINICION DE TERMINOS .....	14
1.4.1. Sólidos Disueltos Totales .....	14
1.4.2. Filtración Lenta .....	14
1.4.3. Coagulación.....	16
1.4.4. Floculación .....	20
1.4.5. Origen de la Turbidez y el Color.....	23
1.4.6. Coagulantes Naturales .....	24
1.5. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	28
1.6. FORMULACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	28
1.6.1. Formulación del Problema.....	28
1.6.2. Planteamiento del Problema.....	28
1.7. JUSTIFICACIÓN .....	29
1.8. OBJETIVOS.....	30
1.8.1. Objetivo General.....	30
1.8.2. Objetivos Específicos:.....	30

1.9.	HIPOTESIS .....	30
CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO.....		32
2.	MARCO METODOLÓGICO .....	32
2.1.	METODOLOGÍA .....	32
2.2.	TIPO DE ESTUDIO .....	32
2.2.1.	Tipo de Investigación .....	32
2.2.2.	Tipo de Diseño de Investigación .....	32
2.2.3.	Nivel de Investigación .....	33
2.3.	DISEÑO.....	33
2.4.	VARIABLES .....	33
2.4.1.	Variable de Caracterización.....	33
2.4.2.	Variable de Interés.....	33
2.5.	OPERACIONALIDAD DE VARIABLES .....	35
2.6.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	36
2.6.1.	Población. ....	36
2.6.2.	Muestra .....	36
2.6.3.	Muestreo .....	36
2.7.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	37
2.7.1.	Técnicas de recolección de Datos.....	37
	Materiales Y Equipos.....	37
	<input type="checkbox"/> Descripción Del Equipo Utilizado .....	38
	<input type="checkbox"/> Metodología De La Tesis.....	39
2.7.2.	Plan De Recolección De La Información. ....	47
2.8.	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS .....	48
2.8.1.	Elección De La Prueba Estadística.....	48
2.8.2.	Definición De La Prueba Estadística Seleccionada.....	49
2.8.3.	Definir El Nivel De Probabilidad Alfa $\alpha$ .....	50
2.8.4.	Criterio Para Determinar Normalidad .....	50
2.8.5.	Decisión Estadística.....	50
2.9.	AMBITO DE ESTUDIO .....	51
CAPÍTULO III: RESULTADOS .....		53
3.	RESULTADOS .....	53
3.1.	RESULTADOS DEL COAGULANTE NATURAL DE AGAVE AMERICANO (PENCA).....	53

3.1.1.	Resultado De La Prueba De Jarras .....	53
3.1.2.	Resultados del filtro lento modificado.....	74
3.1.3.	Resultados De Análisis De Laboratorio .....	75
3.1.4.	Resultado Del Análisis Estadístico De Agave Americano (Penca).....	78
3.2.	RESULTADOS DEL COAGULANTE NATURAL HARINA DE TRITICUM VULGARE (TRIGO) .....	82
3.2.1.	Resultados Del Proceso De Extracción .....	82
3.2.2.	Resultados del filtro lento modificado.....	102
3.2.3.	Resultados De Análisis De Laboratorio .....	103
3.2.4.	Resultado Del Análisis Estadístico De Triticum Vulgare (Trigo).....	106
CAPITULO IV: DISCUSIÓN .....		111
4.1.	DISCUSIÓN .....	111
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		114
5.1.	CONCLUSIONES .....	114
5.2.	RECOMENDACIONES.....	115
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....		117
ANEXOS.....		120

## RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica .....	13
Tabla 2. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos .....	13
Tabla 3. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos .....	14
Tabla 4: características granulométricas del filtro.....	16
Tabla 5: Variables del diseño experimental. ....	34
Tabla 6. Operacionalización de las Variables. ....	35
Tabla 7: Materiales y equipos.....	37
Tabla 8: Pruebas Estadísticas de acuerdo al tipo de estudio. ....	49
Tabla 9: Determinación de la Dosis Óptima (penca) .....	53
Tabla 10: Determinación de la Concentración Óptima (penca) .....	54
Tabla 11: Determinación de la pH Óptima (penca).....	55
Tabla 12: Parámetros de floculación del primer muestreo con penca .....	56
Tabla 13: Gradientes y Tiempos Óptimos para el primer muestreo con Penca .....	58
Tabla 14: Determinación de la Dosis Óptima (penca) .....	59
Tabla 15: Determinación de la Concentración Óptima (penca) .....	60
Tabla 16: Determinación del pH Óptima (penca) .....	61
Tabla 17: Parámetros de floculación del segundo muestreo con penca .....	62
Tabla 18: Gradientes y Tiempos Óptimos para el segundo muestreo con Penca.....	63
Tabla 19: Determinación de la Dosis Óptima (penca) .....	64
Tabla 20: Determinación de la Concentración Óptima (penca) .....	65
Tabla 21: Determinación de la pH Óptima (penca).....	66
Tabla 22: Parámetros de floculación del tercer muestreo más penca.....	67
Tabla 23: Gradientes y Tiempos Óptimos para el tercer muestreo con Penca.....	68
Tabla 24: Determinación de la Dosis Óptima (penca) .....	69
Tabla 25: Determinación de la Concentración Óptima (penca) .....	70
Tabla 26: Determinación del pH Óptima (penca) .....	71
Tabla 27: Parámetros de floculación del cuarto muestreo más penca.....	72
Tabla 28: Gradientes y Tiempos Óptimos para el cuarto muestreo con Penca .....	73
Tabla 29: resultados de los cuatro muestreos con filtro lento. ....	74

Tabla 30: Resultados de Laboratorio de Parámetros Generales.....	75
Tabla 31: Porcentaje de remoción de Turbiedad.....	76
Tabla 32: Porcentaje de remoción de Sólidos Totales Disueltos.....	77
Tabla 33: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas.....	79
Tabla 34: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas.....	80
Tabla 35: Determinación de la Dosis Óptima (Trigo).....	82
Tabla 36: Determinación de la Concentración Óptima (Trigo).....	83
Tabla 37: Determinación de pH Óptima (trigo).....	84
Tabla 38: Parámetros de floculación del cuarto muestreo más trigo.....	85
Tabla 39: Gradientes y Tiempos Óptimos para el cuarto muestreo con Trigo.....	86
Tabla 40: Determinación de Dosis Óptima (trigo).....	87
Tabla 41: Determinación de Concentración Óptima (trigo).....	88
Tabla 42: Determinación de pH Óptima (trigo).....	89
Tabla 43: Parámetros de floculación del cuarto muestreo más trigo.....	90
Tabla 44: Gradientes y Tiempos Óptimos para el cuarto muestreo con Trigo.....	91
Tabla 45: Determinación de Dosis Óptima (trigo).....	92
Tabla 46: Determinación de Concentración Óptima (trigo).....	93
Tabla 47: Determinación de pH Óptima (trigo).....	94
Tabla 48: Parámetros de floculación del cuarto muestreo más trigo.....	95
Tabla 49: Gradientes y Tiempos Óptimos para el cuarto muestreo con Trigo.....	96
Tabla 50: Determinación de Dosis Óptima (trigo).....	97
Tabla 51: Determinación de Concentración Óptima (trigo).....	98
Tabla 52: Determinación de pH Óptima (trigo).....	99
Tabla 53: Parámetros de floculación del cuarto muestreo más penca.....	100
Tabla 54: Gradientes y Tiempos Óptimos para el cuarto muestreo con Trigo.....	101
Tabla 55: resultados de los cuatro muestreos con filtro lento.....	102
Tabla 56: Resultados de Laboratorio de Parámetros Generales.....	103
Tabla 57: Porcentaje de remoción de Turbiedad.....	104
Tabla 58: Porcentaje de remoción de Sólidos Totales Disueltos.....	105
Tabla 59: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas (turbiedad).....	107
Tabla 60: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas(STD).....	108

## RELACIÓN DE GRÁFICOS

Grafico N° 1: Dosis vs Turbiedad .....	54
Grafico N° 2: Concentración vs Turbiedad .....	55
Grafico N° 3: pH vs Turbiedad .....	56
Grafico N° 4: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación.....	57
Grafico N° 5: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad.....	57
Grafico N° 6: Gradientes VS Tiempos Óptimos .....	58
Grafico N° 7: Dosis vs Turbiedad .....	59
Grafico N° 8: Concentración vs Turbiedad .....	60
Grafico N° 9: pH vs Turbiedad .....	61
Grafico N° 10: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación.....	62
Grafico N° 11: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad.....	63
Grafico N° 12: Gradientes VS Tiempos Óptimos .....	63
Grafico N° 13: Dosis vs Turbiedad .....	64
Grafico N° 14: Concentración vs Turbiedad .....	65
Grafico N° 15: pH vs Turbiedad .....	66
Grafico N° 16: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación.....	67
Grafico N° 17: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad.....	68
Grafico N° 18: Gradientes VS Tiempos Óptimos .....	68
Grafico N° 19: Dosis VS Turbiedad (penca) cuarto muestreo .....	69
Grafico N° 20: Concentración VS Turbiedad cuarto muestreo .....	70
Grafico N° 21: pH VS Turbiedad (penca) cuarto muestreo .....	71
Grafico N° 22: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación.....	72
Grafico N° 23: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad.....	73
Grafico N° 24: Gradientes VS Tiempos Óptimos .....	73
Grafico N° 25: Remoción de Turbiedad.....	76
Grafico N° 26: Remoción de Solidos Totales Disueltos .....	78
Grafico N° 27: Dosis VS Turbiedad (Trigo) primer muestreo .....	82
Grafico N° 28: Concentración VS Turbiedad (trigo) primer muestreo .....	83
Grafico N° 29: pH VS Turbiedad (trigo) primer muestreo .....	84
Grafico N° 30: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación.....	85
Grafico N° 31: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad.....	86

Grafico N° 32: Gradientes VS Tiempos Óptimos .....	86
Grafico N° 33: Dosis VS Turbiedad (trigo) segundo muestreo .....	87
Grafico N° 34: Concentración VS Turbiedad (trigo) segundo muestreo .....	88
Grafico N° 35: pH VS Turbiedad (trigo) segundo muestreo.....	89
Grafico N° 36: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación.....	90
Grafico N° 37: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad.....	91
Grafico N° 38: Gradientes VS Tiempos Óptimos .....	91
Grafico N° 39: Dosis vs Turbiedad .....	92
Grafico N° 40: Concentración vs Turbiedad .....	93
Grafico N° 41: pH vs Turbiedad .....	94
Grafico N° 42: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación.....	95
Grafico N° 43: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad.....	96
Grafico N° 44: Gradientes VS Tiempos Óptimos .....	96
Grafico N° 45: Dosis vs Turbiedad .....	97
Grafico N° 46: Concentración vs Turbiedad .....	98
Grafico N° 47: pH vs Turbiedad .....	99
Grafico N° 48: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación.....	100
Grafico N° 49: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad.....	101
Grafico N° 50: Gradientes VS Tiempos Óptimos .....	101
Grafico N° 51: Remoción de Turbiedad.....	104
Grafico N° 52: Remoción de Solidos Totales Disueltos .....	106

## RELACIÓN DE FIGURAS

Figura N° 1: Localización de la ciudad de Carhuaz .....	6
Figura N° 2: Cuenca del río Chucchun.....	7
Figura N° 3: Estructura Molecular de Agua.....	8
Figura N° 4: Mecanismos de transporte ocurrencia de colisión.....	15
Figura N° 5: Distribución de tamaño de las partículas en el agua.....	17
Figura N° 6: Representación esquemática de la coagulación observada en ensayos de jarras usando sales de aluminio (III) a un PH constante.....	19
Figura N° 7: Efecto del ion sulfato sobre el tiempo de formación del floculo de sulfato de aluminio.....	21
Figura N° 8: Efecto del periodo de floculación en la sedimentación.....	22
Figura N° 9: diseño del esquema de filtro lento.....	46

## RELACIÓN DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Rio Chucchun.....	7
Fotografía N° 2: Triticum Vulgare (trigo en grano).....	25
Fotografía N° 3: Harina de Triticum Vulgare (trigo).....	26
Fotografía N° 4: Agave Americano (penca).....	27
Fotografía N° 5: Prueba de Jarras.....	38
Fotografía N° 6: Turbidímetro.....	39
Fotografía N° 7: Extracción del Líquido del Agave Americano (penca).....	40
Fotografía N° 8: Harina de Triticum Vulgare. ....	40
Fotografía N° 10: Galoneras que se utilizó para Muestras de agua del rio Chucchun.....	121
Fotografía N° 11: Equipo de Prueba de jarras.....	121
Fotografía N° 12: Equipo para medir la turbiedad (turbidímetro).....	122
Fotografía N° 13: Equipo para medir el pH (pH- metro).....	122
Fotografía N° 14: Balanza analítica para pesar las muestras.....	123
Fotografía N° 15: Identificación del Agave Americano (penca).....	123
Fotografía N° 16: Recolección de Agave Americano (penca).....	124
Fotografía N° 17: Obtención del jugo del Agave Americano (penca).....	124
Fotografía N° 18: Obtención de la harina de Triticum Vulgare (trigo).....	125
Fotografía N° 19: Preparación de materiales y muestras para realizar trabajos en laboratorio.....	125
Fotografía N° 20: Preparación de muestras para empezar con el trabajo de.....	125
Fotografía N° 21: Pesado de la harina de Triticum Vulgare para preparar nuestra concentración.....	126
Fotografía N° 22: Preparación de las concentraciones con Triticum Vulgare.....	126
Fotografía N° 23: Preparación de las concentraciones con Agave Americano.....	127
Fotografía N° 24: Preparados con las dosis correspondientes para empezar con el trabajo de test de jarras.....	127
Fotografía N° 25: Muestras de cada jarra después de la decantación para luego proceder a medir la turbiedad.....	128
Fotografía N° 26: Medición del pH.....	128
Fotografía N° 27: Recipientes con muestras de agua con diferentes pH.....	129
Fotografía N° 28: Realizando la programación de equipo de prueba de jarras.....	129

Fotografía N° 29: Muestras de la dosis, concentración y pH óptimo trabajados con Agave Americano, para proceder a filtrar.....	129
Fotografía N° 30: Muestras de la dosis, concentración y pH óptimo trabajados con Triticum Vulgare, para proceder a filtrar.....	130
Fotografía N° 31: Proceso de filtración.....	130

## RESUMEN EJECUTIVO

“El mundo no puede permitirse el lujo de esperar a que lleven a cabo obras importantes de infraestructura para proveer agua potable a quienes la necesitan. Sería insensato e inaceptable no tener en cuenta las prioridades inmediatas de los más necesitados; hay que adoptar medidas simples y poco costosas para poner el agua salubre a disposición de millones de personas en los países en vías de desarrollo” ( Gro Harlmen Brundtlan. Directora general de la OMS, 2001).

El presente estudio muestra los resultados de los coagulantes naturales utilizados como el extracto de *Agave Americano* (penca) y la harina de *Triticum Vulgare* (trigo), como coagulante primario y como ayudante de la coagulación en Plantas de Tratamiento de Agua Potable; este estudio se realiza para verificar si los coagulantes naturales son efectivos como una alternativa de solución para el tratamiento de Agua Potable en zonas Rurales donde no cuentan con un gran presupuesto para implementar tecnologías avanzadas.

Para el desarrollo de la presente investigación se tomó muestras del Rio Chucchun la mayor turbiedad que se obtuvo es de 79.5 UNT.

Según los resultados obtenidos en la investigación demuestran que el *Triticum Vulgare* (trigo), tiene un alto poder en la remoción de la turbiedad, esto debido a que este coagulante tiene almidón y hace que se formen más flocs; y el *Agave Americano* (Penca) remueve la turbiedad de manera efectiva, sin embargo, es menos que el *Triticum Vulgare*.

Los resultados demuestran que en algunas muestras el *Triticum Vulgare* (trigo), como *Agave Americano* (penca) reduce la turbiedad a valores menores de 5 UNT, permitidos por Límites Máximos Permisibles.

## ABSTRACT

“The world can not afford to wait until they carry out important infrastructure Works to provide drinking water to those who need it. It would be foolish and unacceptable not to take into account the immediate priorities of the most needy; Simple and inexpensive measures must be adopted to make safe water available to millions of people in developing countries” ( Gro Harlem Brundtlan. Directora general de la OMS, 2001).

The present study shows the results of the natural coagulants used, such as *Agave Americano* extract (penca) and *Triticum Vulgare* flour (wheat), as a primary coagulant and as a coagulation assistant in drinking water treatment plants; This study is carried out to verify if natural coagulants are effective as a solution alternative for the treatment of drinking water in rural areas where they do not have a large budget to implement advanced technologies.

For the development of this research, samples from the Chucchun River were taken, the highest turbidity obtained was 79.5 UNT

According to the results obtained in the research show that *Triticum Vulgare* (wheat), has a high power in the removal of turbidity, this because this coagulant has starch and causes more flocs to form; and the *American Agave* (penca) removes the turbidity effectively, however, it is less than the triticum vulgare

The results show that in some they show the *Triticum Vulgare* (wheat), as *American Agave* (penca) reduces the turbidity to values lower than 5 UNT, allowed by Maximum Permissible Limits.



# **CAPITULO I**

## **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.**

Tomando en cuenta que los procesos de tratamiento actuales de agua, la coagulación-floculación determina en gran parte la mayor o menor eficiencia total. En este proceso la utilización de estos coagulantes naturales resulta ser muy atractiva por su bajo costo.

La presente investigación experimental tiene como objetivo verificar la eficiencia de los insumos orgánicos como el *Agave Americano* y el *Triticum Vulgare* como coagulantes naturales para remover la turbidez, solidos totales disuelto que presenta la fuente.

En el desarrollo de la presente tesis se ha utilizado los coagulantes naturales y filtración lenta modificada para determinar la calidad del agua del Rio Chucchun así verificar y comparar los parámetros de solidos totales disueltos y turbiedad con el Reglamento de Límites Permisibles, de esta forma indicar si el agua que uso se puede o no utilizara para consumo humano.

## 1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION CIENTIFICA

### 1.1.1. Antecedentes.

“El mundo no puede "*Permitirse el Lujo*" de esperar a que se lleven a cabo obras importantes de infraestructura para proveer agua potable a quienes la necesitan. Sería insensato e inaceptable no tener en cuenta las prioridades inmediatas de los más necesitados; hay que adoptar medidas simples y poco costosas para poner el agua salubre a disposición de millones de personas en los países en vías de desarrollo” (Gro Harlem Brundtlan, Directora general de la OMS 2002).

Entre los coagulantes naturales estan los de origen organico que solo se encuentran en ciertas plantas. Son de una diversidad de tipos, los cuales incluyen semillas en polvo del arbol de la moringa olifeira, tipos de arcilla tales como la bentonita el polvo de pepas de durazno las habas, penca de tuna y una de las mas antiguas es de la fariña obtenida de la planta conocida como mandioca o yuca. (Okuda et al 2001)

La penca o tuna es una especie que alcance gran soporte puede crecer hasta 12 m de alto presenta un tronco principal grueso y leñoso. Se caracteriza por la presencia de frutos ovoides lisos de color verde aun cuando esten maduros. Sus flores son verdoso rosadas no mayores de 10cm de largo. Ramas con ondulaciones longitudinales con 8 a 20 costillas. El cuagulante de origen organico *Cactus Lefaria* ha sido ampliamente usados como un sustituyente del sulfato de aluminio en el proceso de clarificacion del agua. Los ensayos se realizarón a escala de laboratorio, preparando aguas turbiaz sinteticas con valores de turbidez iniciales de 20 a 150 UNT. Los estudios realizados demuestran que la planta remueve la turbidez entre 80 a 90 %. (Pan American Health Organization (PAHO) / Organización Panamericana de la Salud (OPS) - Tecnologias para el Tratamiento de Agua Potable 2000, 152 p.)

Mandioca o Yuca (*Manihot Esculenta*) pertenece a la familia *EupHorbiaceae* constituida por unas 7200 especies que se caracterizan por su notable desarrollo de los vasos laticíferos, compuestos por células secretoras llamadas galactositos es un arbusto perenne. Es monoica de

ramificación simpodial y con variaciones en la altura de la planta que oscilan entre 1 y 5 m, aunque la altura máxima generalmente no excede los 3m (Ceballos, H y Cruz, A 2002)

Canepa y colaboradores en su estudio mezclas con potencial coagulante para tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario demostraron que las plantas con alto contenido de almidones como el plátano o la yuca en el proceso de coagulación – floculación en lixiviados (*Moringa oleífera*) Es una de las plantas en los que más se han hecho estudios en la evaluación como coagulante natural. La utilización de las semillas de la Moringa molidas ha dado muy buenos resultados en países asiáticos y africanos para la clarificación de agua y la remoción de bacterias. Las semillas de la moringa podrían evitar los millones de muertes que ocasionan anualmente el agua contaminada. Las semillas poseen una sustancia coagulante y floculante que captura las partículas en suspensión en el agua y provocan que se precipiten. Las semillas pueden emplearse artesanalmente moliéndolas y en gran escala para purificar el agua.

Se han realizado varios trabajos en el mundo y en los últimos años en el Perú en la utilización de productos naturales, cuyas características y propiedades permiten su empleo como coagulantes y floculantes primarios y/ o ayudantes en el tratamiento del agua. (Arnal et al.2006; Babu et al. 2005 s.f.).

No obstante, a los buenos resultados obtenidos tanto a nivel internacional como nacional resulta de gran interés continuar profundizando en algunos aspectos muy escenarios en la utilización de estos productos naturales. Se usan las bayas o vainas maduras y secas en el cual se usan las almendras luego de hacer retirado la cascara posteriormente es molida y se usa en dosis de 150 a 300 mg de semilla molida por litro.

*Samanea saman* árbol de la lluvia, *campano*, *cenízaro saman*, *tamarindo* es una especie botánica de árbol de hasta 20 m, con un dosel alto y ancho de grandes y simétricas coronas tiene hojas compuestas, *bipinnadas* de 3-9 pares de hasta 1dm de largo, de 2-4 dm de longitud, *Raquis Piloso*, y las flores, de color rosado, se reúnen en inflorescencias vistosas situadas al

final de las ramitas. Los frutos son legumbres o vainas oscuras de 8 a 20 cm de largo. Se utiliza como forrajera por las legumbres verdes y por sus semillas que son comestibles. También se cultiva como ornamental.

Gonzales y colaboradores estudiaron el exudado gomoso de *Samanea saman* como coagulante natural, estableciendo la dosis óptima mediante prueba de jarras y determinando algunos parámetros físicos. Los resultados obtenidos demuestran la eficiencia de remociones significativas entre 99.7% y 99.8%.

### **1.1.2. Fundamentación Científica.**

- Los coagulantes naturales son usados para potabilizar el agua y que sea adecuada para consumo humano, estos coagulantes son usados mayormente en zonas rurales donde la comunidad no está en posibilidades de pagar una cuota alta para tratar el agua con coagulantes químicos.
- Los coagulantes naturales son insumos de bajo costo para el tratamiento del agua para consumo humano, para comunidades pequeñas donde cuentan con plantas potabilizadoras, y por lo tanto hay gran deficiencia en la operación y mantenimiento de tales. Y mucho menos se cuenta con insumos químicos, por la lejanía y presupuesto.
- Estos coagulantes se adquieren dentro de la zona de estudio su producción puede ser masiva y cómoda.
- Los coagulantes naturales tienen una facilidad de manejo, no son tóxicos y el almacenamiento es fácil y sencillo.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

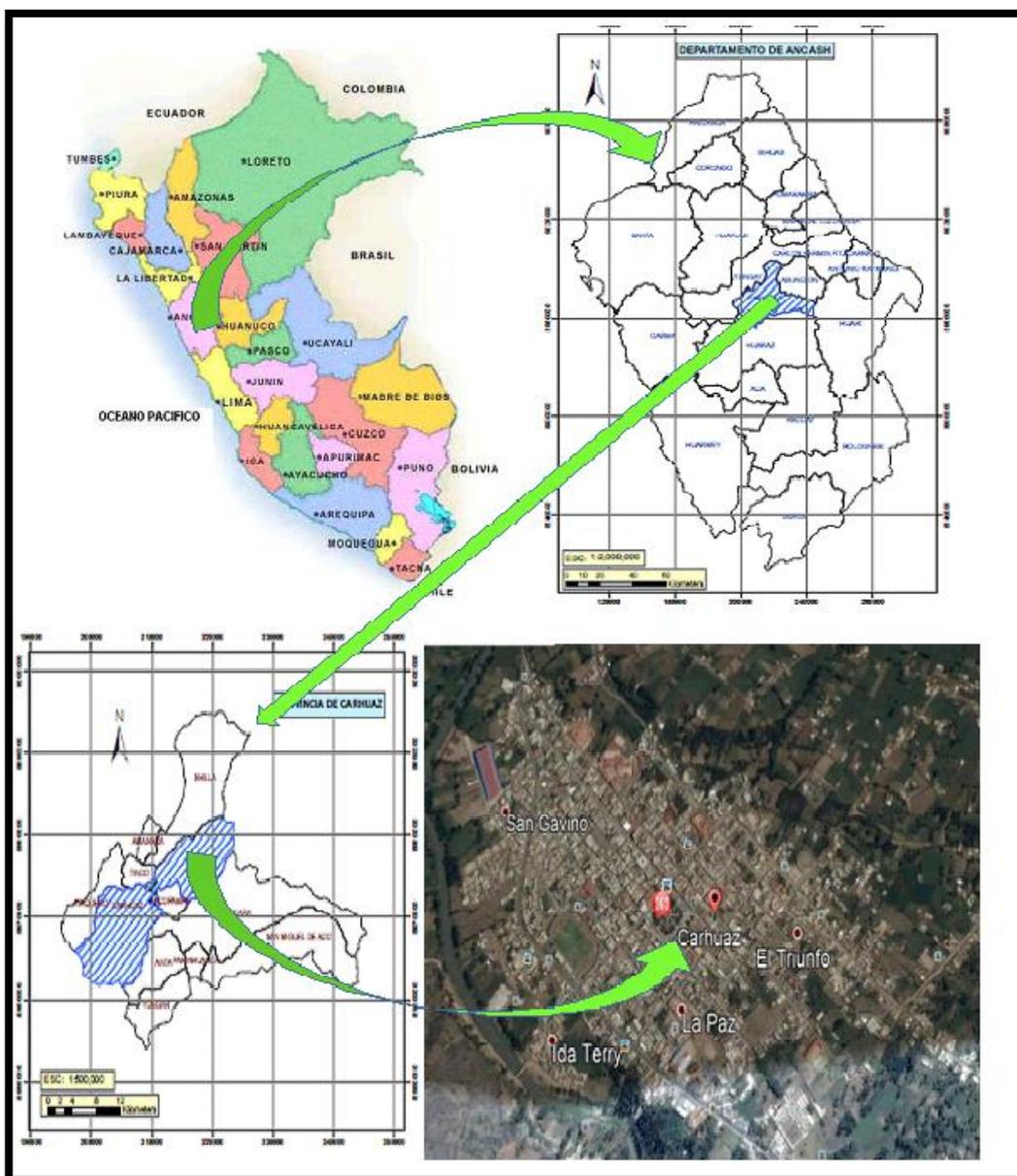
En la presente investigación se realizó con las muestras del Río Chucchun, Provincia de Carhuaz.

Los trabajos previos realizados para la presente tesis son:

- Identificación de la problemática con la potabilización del agua
- Recopilación de antecedentes, bibliografías y tesis realizados.
- Búsqueda del lugar y la cuenca donde se realizará los trabajos
- Elaboración del plan de tesis
- Trabajos de adquisición del equipo de test de Jarras
- Recolección de muestras del Rio Chucchun

### 1.2.1. Macro Ubicación

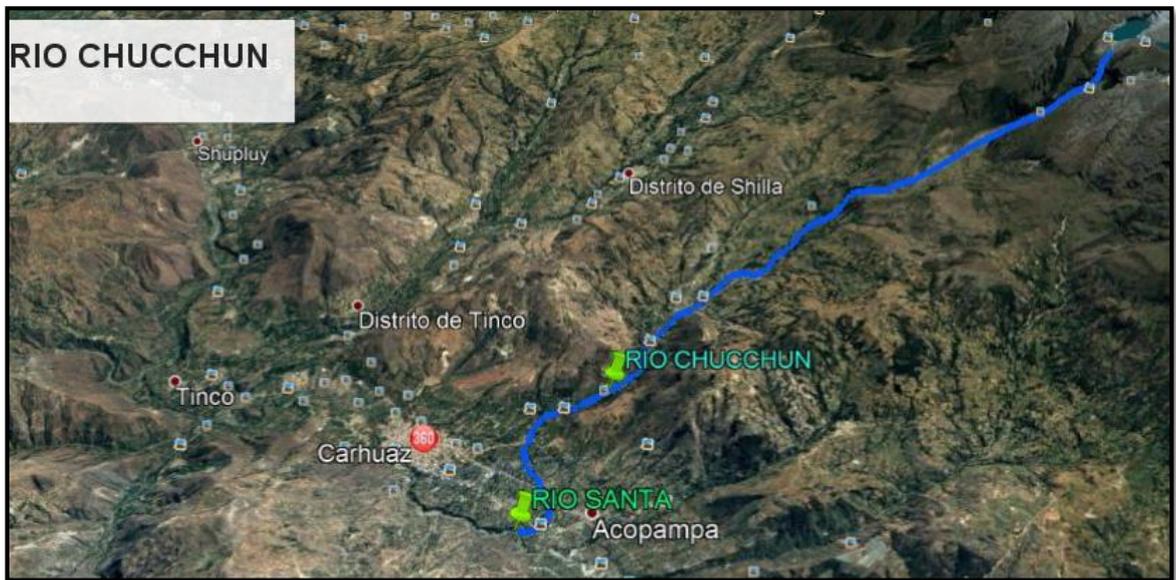
Figura N° 1: Localización de la Ciudad de Carhuaz



Fuente: elaboración propia.

### 1.2.2. Micro Ubicación

Figura N° 2: Cuenca del Río Chucchun



Fuente: Elaboración propia (Google Earth Pro)

Fotografía N° 1: Río Chucchun.



Fuente: Propia

### 1.3. TEORIAS RELACIONADOS CON EL TEMA

#### 1.3.1. El Agua.

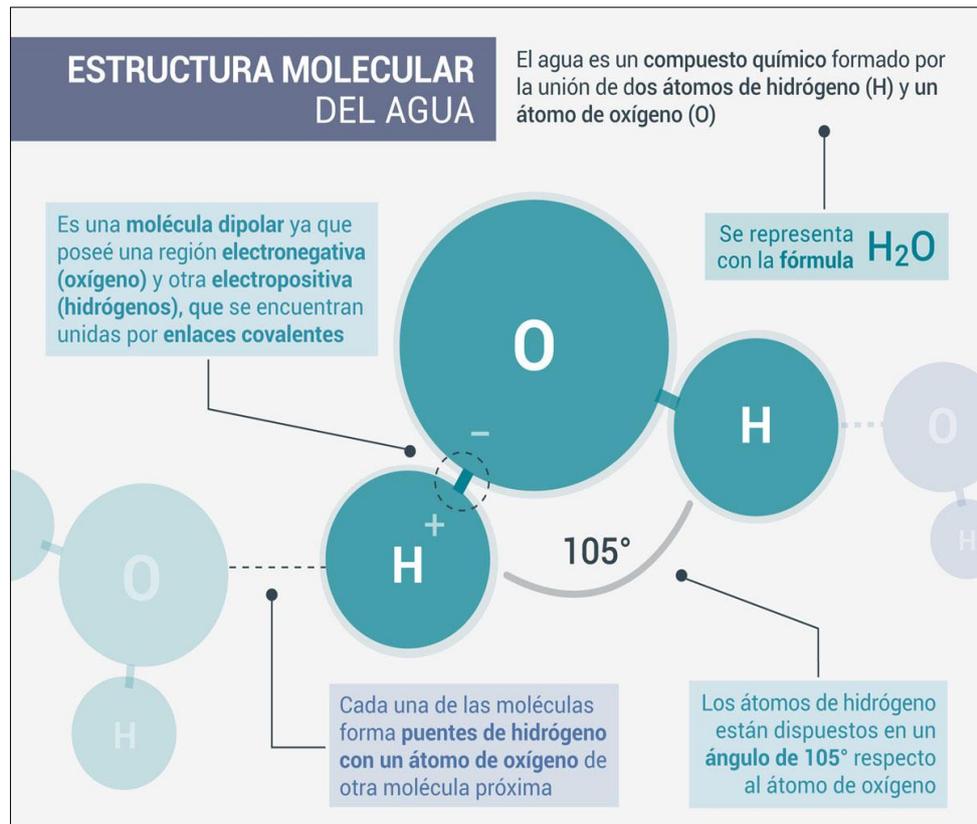
##### A. Definición

El agua es un compuesto que se forma a partir de la unión, mediante enlaces covalentes, de dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno; su fórmula molecular es H<sub>2</sub>O y se trata de una molécula muy estable.

En la estructura de la molécula los dos átomos de hidrogeno y el oxígeno están dispuestos en un ángulo de 105°, lo cual le confiere características relevantes.

Es una molécula dipolar en la que el átomo de oxigeno central comparte un par de electrones con cada uno de los dos átomos de hidrogeno con un exceso de carga negativa junto al oxígeno, compensada por otra positiva repartida entre los dos átomos de hidrogeno.

Figura N° 3: Estructura Molecular de Agua.



**Fuente:** (La Guía: Biología: El agua. 2009)

Puesto que los átomos de hidrógeno y oxígeno en la molécula contienen cargas opuestas, moléculas de agua vecinas se atraen entre sí. Esta estructura permite que muchas moléculas iguales se unan con gran facilidad, formando enormes cadenas que constituyen el líquido que da la vida a nuestro planeta.

El agua es una sustancia elemental que permite la vida en nuestro planeta, es un líquido incoloro, inodoro e insípido, que en grandes masas adquiere un color azul.

La composición y estructura molecular del agua son responsables de las propiedades físico-químicas que la distinguen de otras sustancias. (La Guía: Biología: El agua. 2009)

## **B. Propiedades Físicos del Agua**

- Estado físico: sólida, líquida y gaseosa.
- Color: incolora
- Sabor: insípida
- Olor: inodoro.
- Densidad: 1 g./c.c. a 4°C
- Punto de congelación: 0°C
- Punto de ebullición: 100°C.
- Presión crítica: 217,5 atm.
- Temperatura crítica: 374°C

El agua químicamente pura es un líquido inodoro e insípido; incoloro y transparente en capas de poco espesor, toma color azul cuando se mira a través de espesores de seis y ocho metros, porque absorbe las radiaciones rojas. Sus constantes físicas sirvieron para marcar los puntos de referencia de la escala termométrica Centígrada. A la presión atmosférica de 760 milímetros el agua hierve a temperatura de 100°C y el punto de ebullición se eleva a 374°, que es la temperatura crítica a que corresponde la presión de 217,5 atmósferas; en todo caso el calor de vaporización del agua asciende a 539 calorías/gramo a 100°.

Mientras que el hielo funde en cuanto se calienta por encima de su punto de fusión, el agua líquida se mantiene sin solidificarse algunos grados por debajo de la temperatura de cristalización (agua subenfriada) y puede conservarse líquida a  $-20^{\circ}$  en tubos capilares o en condiciones extraordinarias de reposo. La solidificación del agua va acompañada de desprendimiento de 79,4 calorías por cada gramo de agua que se solidifica. Cristaliza en el sistema hexagonal y adopta formas diferentes, según las condiciones de cristalización. (Biología I, Estrada 1995)

A consecuencia de su elevado calor específico y de la gran cantidad de calor que pone en juego cuando cambia su estado, el agua obra de excelente regulador de temperatura en la superficie de la Tierra y más en las regiones marinas.

El agua se comporta anormalmente; su presión de vapor crece con rapidez a medida que la temperatura se eleva y su volumen ofrece la particularidad de ser mínimo a la de  $4^{\circ}$ . A dicha temperatura la densidad del agua es máxima, y se ha tomado por unidad. A partir de  $4^{\circ}$  no sólo se dilata cuando la temperatura se eleva, sino también cuando se enfría hasta  $0^{\circ}$ : a esta temperatura su densidad es 0,99980 y al congelarse desciende bruscamente hacia 0,9168, que es la densidad del hielo a  $0^{\circ}$ , lo que significa que en la cristalización su volumen aumenta en un 9 por 100. (Biología I, Estrada 1995)

Las propiedades físicas del agua se atribuyen principalmente a los enlaces por puente de hidrógeno, los cuales se presentan en mayor número en el agua sólida, en la red cristalina cada átomo de la molécula de agua está rodeado tetraédricamente por cuatro átomos de hidrógeno de otras tantas moléculas de agua y así sucesivamente es como se conforma su estructura. Cuando el agua sólida (hielo) se funde la estructura tetraédrica se destruye y la densidad del agua líquida es mayor que la del agua sólida debido a que sus moléculas quedan más cerca entre sí, pero sigue habiendo enlaces por puente de hidrógeno entre las moléculas del agua líquida. Cuando se calienta agua sólida, que se encuentra por debajo de la temperatura de fusión, a medida que se incrementa la temperatura por encima de la temperatura de fusión se debilita el enlace por puente de hidrógeno y la

densidad aumenta más hasta llegar a un valor máximo a la temperatura de 3.98°C y una presión de una atmósfera. A temperaturas mayores a 3.98 °C la densidad del agua líquida disminuye con el aumento de la temperatura de la misma manera que ocurre con los otros líquidos. (Biología I, Estrada 1995)

### **C. Propiedades Químicas Del Agua.**

- Reacciona con los óxidos ácidos
- Reacciona con los óxidos básicos
- Reacciona con los metales
- Reacciona con los no metales
- Se une en las sales formando hidratos
- Los anhídridos u óxidos ácidos reaccionan con el agua y forman ácidos oxácidos.
- Los óxidos de los metales u óxidos básicos reaccionan con el agua para formar hidróxidos. Muchos óxidos no se disuelven en el agua, pero los óxidos de los metales activos se combinan con gran facilidad. Algunos metales descomponen el agua en frío y otros lo hacían a temperatura elevada.
- El agua reacciona con los no metales, sobre todo con los halógenos, por ejemplo: Haciendo pasar carbón al rojo sobre el agua se descompone y se forma una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno (gas de agua).
- El agua forma combinaciones complejas con algunas sales, denominándose hidratos.

En algunos casos los hidratos pierden agua de cristalización cambiando de aspecto, y se dice que son eflorescentes, como le sucede al sulfato cúprico, que cuando está hidratado es de color azul, pero por pérdida de agua se transforma en sulfato cúprico anhidro de color blanco. (Ciencias Biológicas I, Santillana 1988)

#### **D. Calidad Del Agua**

El agua pura en sentido estricto, no existe en la naturaleza debido a que es un excelente solvente. Por lo tanto, rara vez se encuentra en condiciones de ser utilizados directamente.

El concepto de calidad del agua se relaciona con la naturaleza de esta y con la concentración de impurezas que contenga. Las impurezas presentes en el agua son las que le proporcionan sus características.

Por lo general las aguas de abastecimiento contienen las siguientes impurezas.

- En suspensión: bacterias microorganismos (algas y protozoarios), arena, sílice y arcilla, y residuos industriales y domésticos.
  - En estado coloidal: sustancias colorantes vegetales y sílice
  - En disolución: sales de calcio y magnesio, sales de sodio, hierro, manganeso y gases (oxígeno, CO<sub>2</sub>)
- Además de estas sustancias el agua presenta.
- Sustancias de interés especial: Flúor, yodo y sustancias radiactivas.
  - Sustancias que puedan ocasionar envenenamiento: arsénico, cromo, cobre, plomo.
  - Sustancias que en exceso tienen un efecto laxante: magnesio, sulfatos y solidos totales.

Por lo tanto, la calidad de agua se define según sus características que son físicas, químicas y biológicas. (Antonio Ros Moreno, 2011)

*Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica*

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Color	UCV escala pt/co	15
Ph	valor de PH	6.5-8.5
Turbiedad	UNT	5
Conductividad (25°)	Umho/cm	1500
Solidos Totales Disueltos	mg/l	1000
Cloruros	mg/l Cl- L <sup>-1</sup>	250
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> - L <sup>-1</sup>	250
Dureza Total	mg/l CaCO <sub>3</sub> - L <sup>-1</sup>	500
Hierro	mg/l Fe- L <sup>-1</sup>	0.3
Manganeso	mg/l Mn- L <sup>-1</sup>	0.4
Aluminio	mg/l Al- L <sup>-1</sup>	0.2
Cobre	mg/l Cu- L <sup>-1</sup>	2.0
Zinc	mg/l Zn- L <sup>-1</sup>	3.0

**Fuente:** (Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano 2011)

*Tabla 2. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos*

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Bacterias Heterótrofas	UFC/ml a 35°	500
Coliformes Totales	UFC/100ml o 35°	0
Coliformes Fecales o Termotolerantes	UFC/100ml o 44.5°	0
Escherichia Coli	UFC/100ml s 44.5°	0
Huevos y Larvas de Helmintos, quistes y quistes de protozoarios patógenos.	N° Org/l	0
Virus	UFC/ml	0

**Fuente:** (Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano 2011)

Tabla 3. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Arsénico	mg/l As- L <sup>-1</sup>	0.01
Cadmio	mg/l Cd- L <sup>-1</sup>	0.003
Cianuro	mg/l CN- L <sup>-1</sup>	0.07
Cromo	mg/l Cr- L <sup>-1</sup>	0.05
Mercurio	mg/l Hg- L <sup>-1</sup>	0.001
Níquel	mg/l Ni- L <sup>-1</sup>	0.02
Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> - L <sup>-1</sup>	50
Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> - L <sup>-1</sup>	3 Exposición corta 0.2 Exposición larga
Plomo	mg/l Pb- L <sup>-1</sup>	0.01
Molibdeno	mg/l Mo- L <sup>-1</sup>	0.07

**Fuente:** (Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano 2011)

#### 1.4. Definición De Términos

##### 1.4.1. Sólidos Disueltos Totales

Los Sólidos Disuelto Totales (**SDT**) comprende las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. Los SDT presentes en el agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía y aguas residuales. (Total dissolved solids in drinking-water. Guía de la OMS para la calidad del agua potable, 2003)

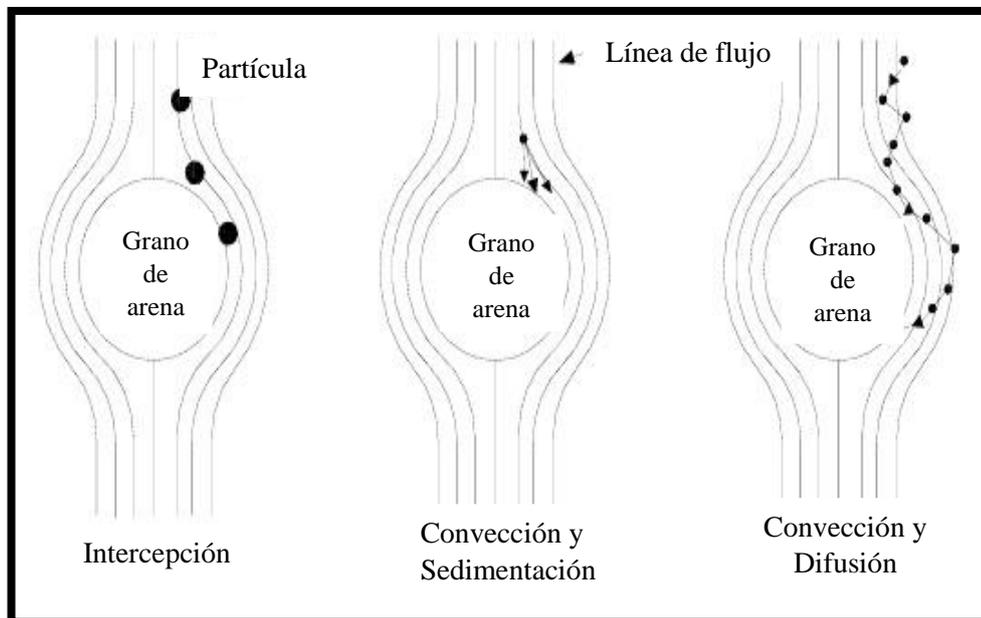
##### 1.4.2. Filtración Lenta

Es la remoción de sólidos suspendidos y coloidales presentes en una suspensión acuosa a través de un medio poroso. En general, la filtración es la operación final, que se realiza en una planta de tratamiento de agua y, por consiguiente, es la responsable principal de la producción de agua de calidad

coincidente de los patrones de potabilidad. Los filtros están compuestos por un manto sostén formado por grava, arena y antracita. (Idrovo 2010)

El Filtro Lento se caracteriza por ser un sistema sencillo, limpio y a la vez eficiente para el tratamiento de agua. Comparado con el filtro rápido, requiere de áreas más grandes para tratar el mismo caudal y, por lo tanto, tiene mayor costo inicial. Sin embargo, su simplicidad y bajo costo de operación y mantenimiento lo convierte en un sistema ideal para zonas rurales y pequeñas comunidades, teniendo en cuenta además que los costos por área de terreno son comparativamente menores en estas zonas. La filtración lenta, como se ha mencionado, es un proceso que se desarrolla en forma natural, sin la aplicación de ninguna sustancia química, pero requiere un buen diseño, así como una apropiada operación y cuidadoso mantenimiento para no afectar el mecanismo biológico del filtro ni reducir la eficiencia de remoción microbiológica. (Huisman & Wood 1974)

Figura N° 4: Mecanismos de transporte ocurrencia de colisión.



**Fuente:** (Cánepa de Vargas, L.; Pérez Carrión, J. Manual I, II y III. Teoría y evaluación. Diseño. Operación, mantenimiento y control. s.f.)

## A. Criterios De Diseño

El medio filtrante debe estar compuesto por granos de arena duros y redondeados, libres de arcilla y materia orgánica. La arena no debe contener más de 2% de carbonato de calcio y magnesio. Experimentalmente se ha encontrado que el diámetro efectivo de la arena debe ser del orden de 0.15 a 0.35 mm. La profundidad del lecho puede variar entre 0.50 y 1.00 m, pudiendo el filtro operar con un espesor mínimo de 0.30 m. El coeficiente de uniformidad puede ser menor de 3.0, se recomienda un rango de 1.8 a 2.0. En última instancia, cualquier material inerte puede utilizarse como medio filtrante. (Ing. Lidia Cánepa de Vargas; “Programa regional de mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano”, Tratamiento - Filtración lenta, Manual: I, II, III; CEPIS; 1992)

*Tabla 4: características granulométricas del filtro.*

Capas	Diámetros mínimos (mm)	Diámetros máximos (mm)	Altura (cm)
1	0.5 -2.0	1.5 - 4.0	5.0
2	2.0 - 2.5	4.0 - 15.0	5.0
3	5.0 - 20.0	10.0 – 40.0	10.0

**Fuente:** (Ing. Lidia Cánepa de Vargas; “Programa regional de mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano”, Tratamiento - Filtración lenta, Manual: I, II, III; CEPIS; 1992)

### 1.4.3. Coagulación

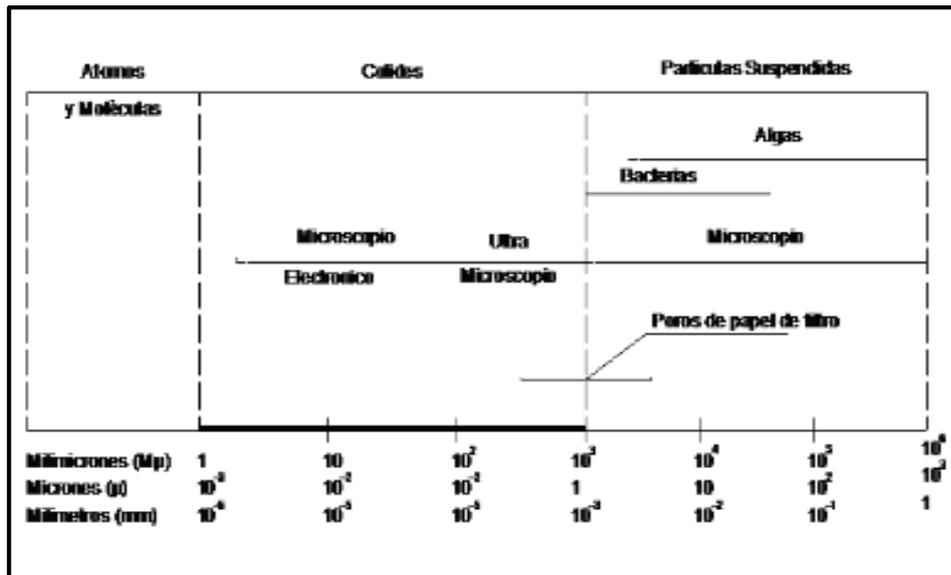
#### A. Definición.

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado. Las sustancias químicas anulan las cargas eléctricas de la superficie del coloide permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flóculos. (Arboleda 2000)

La coagulación es el tratamiento más eficaz pero también es el que representa un gasto elevado cuando no está bien realizado. Es igualmente

el método universal porque elimina una gran cantidad de sustancias de diversas naturalezas y de peso de materia que son eliminados al menor costo, en comparación con otros métodos. (Tratamiento de Agua para Consumo Humano – Plantas de Filtración Rápido OPS/CEPIS/Tomo I/ Pág. 155. s.f.).

Figura N° 5: Distribución de tamaño de las partículas en el agua



**Fuente:** (Tratamiento de Agua para Consumo Humano – Plantas de Filtración Rápido OPS/CEPIS/Tomo I/ Pág. 155, 2004)

## B. Factores que Influyen En El Proceso De Coagulación

### ➤ Influencia De La Concentración Del Coagulante.

Existe mucha especulación respecto a la influencia de la concentración de solución de coagulante en la eficiencia del proceso de tratamiento; incluso se ha sugerido limitar la concentración mínima a valores del orden de 0,5% en las estaciones de tratamiento. Pero tal sugerencia contradice el procedimiento usual en la realización de ensayos de laboratorio, que generalmente usan la solución de coagulante con una concentración de 0,1 y 0,2%, dependiendo del volumen de los frascos de los equipamientos de floculación (1 ó 2 litros) y de las dosis previstas para los ensayos. (Tratamiento De Agua Para Consumo Humano

Plantas De Filtración Rápida, Manual I Teoría, Tomo I Cap.4 – Coagulación. Pág. 213, 2004).

➤ **La Calidad Del Agua Cruda**

Las características del agua cruda que más influyen en la eficiencia del proceso son la concentración de coloides (medida normalmente mediante la cantidad de turbiedad o color presente en el agua), la alcalinidad y el pH, el tamaño de las partículas y la temperatura. (Tratamiento De Agua Para Consumo Humano Plantas De Filtración Rápida, Manual I Teoría, Tomo I Cap.4 – Coagulación. Pág. 213, 2004)

➤ **Temperatura**

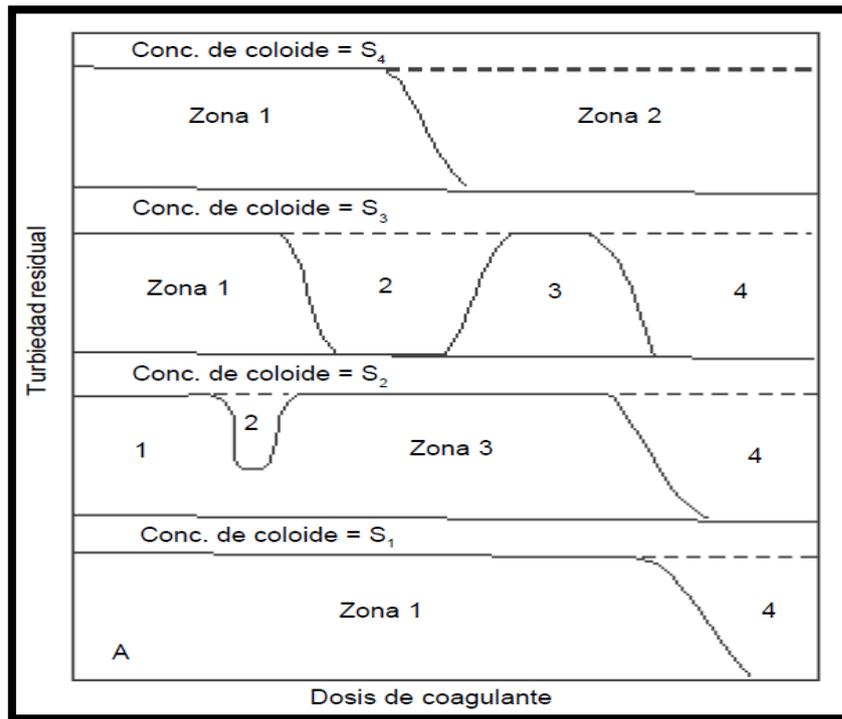
Es importante en zonas de climas muy marcados, principalmente cuando se alcanzan temperaturas de congelación, la influencia de este factor el pH óptimo varía con la temperatura, y decrece al disminuir esta; en el rango de 10-40 °C se encontró que la eficiencia era cada vez mejor al aumentar la temperatura porque se incrementaba la tasa de colisiones entre las partículas. Dentro de este rango, son importantes la turbiedad y la alcalinidad. (Stengquist, R.; Kaufman, R. M. Initial mixing in coagulation processes. Berkeley, University of California, 1972)

➤ **Variables Químicas**

*Dosis Óptima*

La influencia de este factor en la eficiencia del proceso se encuentra claramente definida en la *figura 06*, en la cual se presentan cuatro curvas de variación de la turbiedad residual en función de la dosificación de coagulante con pH constante. Estas curvas están basadas en aguas naturales tratadas con sales de Aluminio o Hierro (III), que contienen grandes concentraciones de materia coloidal. (Tratamiento de Agua Para Consumo Humano-Plantas de Filtración Rápido OPS/ CEPIS/ Tomo I/ Pág. 215)

Figura N° 6: Representación esquemática de la coagulación observada en ensayos de jarras usando sales de aluminio (III) a un pH constante.



**Fuente:** (Tratamiento de Agua Para Consumo Humano-Plantas de Filtración Rápido OPS/ CEPIS/ Tomo I/ Pág. 215 2004)

Las curvas de coagulación pueden dividirse en cuatro zonas:

**La zona 1:** Corresponde a dosis bajas, donde se ha agregado coagulante en cantidad insuficiente para realizar la desestabilización.

**La zona 2:** Corresponde a dosis un poco más altas, donde se realiza la desestabilización y el floculo precipita.

**La zona 3:** Donde dosis aún más altas pueden re estabilizar las dispersiones con ciertos valores de pH.

**La zona 4:** Que tiene gran cantidad de Hidróxido de Aluminio (o Hierro), actúa de tal forma que captura las partículas coloidales (coagulación de barrido). (Tratamiento de Agua Para Consumo Humano-Plantas de Filtración Rápido OPS/ CEPIS/ Tomo I/ Pág. 215 2004)

### ***pH Óptimo***

El pH es un factor muy importante en la coagulación. En general, el pH óptimo para la coagulación de aguas con color es más bajo (4-6), que para aguas con mayor turbiedad (6,5-8,5). Generalmente las sales férricas son efectivas, en un rango más amplio de valores de pH que las sales de aluminio. (Mendes en la Escuela de San Carlos en 1989)

### ***Concentración Óptica***

La aplicación uniforme del coagulante al agua es la principal dificultad para la realización de una coagulación eficiente. El problema reside en que las cantidades de coagulante son muy pequeñas comparadas con el volumen de la masa de agua; esto es, la dosis es muy pequeña comparada con el volumen de agua que se va a tratar. Jeffcoat y Single en 1975 demostraron que las mejores condiciones para la remoción de turbiedad se producen cuando se utilizan soluciones de sulfato bastante diluidas; sin embargo, con concentraciones inferiores a 0,1% la eficiencia en la remoción de turbiedad se reduce acentuadamente, debido a que el sulfato de aluminio puede hidrolizarse antes de su aplicación. Se sugieren valores del orden de 1 a 2% como ideales para adoptar en el proyecto o en la operación de la planta de tratamiento. (Mendes en la Escuela de San Carlos en 1989)

#### **1.4.4. Floculación**

##### ***A. Definición.***

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad. Estos flóculos inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar (Arboleda 2000).

## B. Factores que Influyen en la Floculación

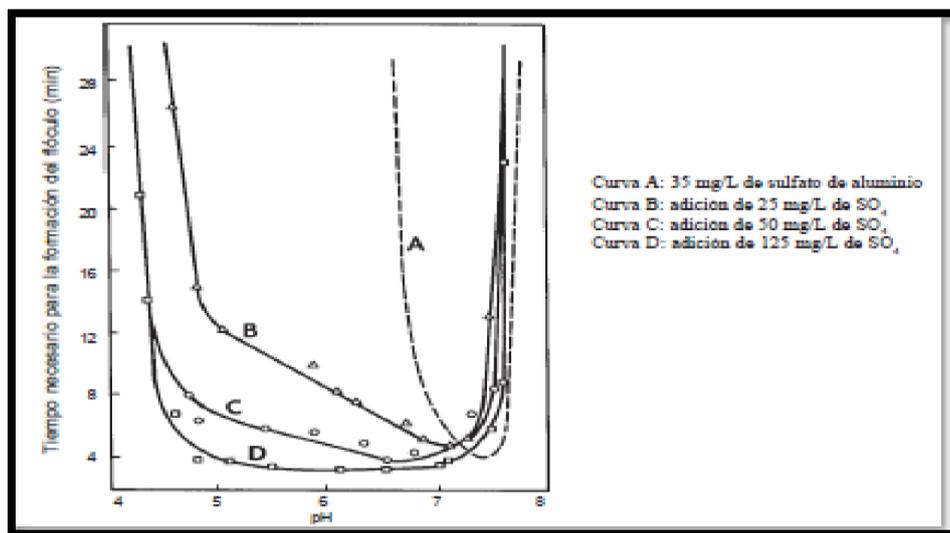
### ➤ Naturaleza Del Agua

La coagulación y, por consiguiente, las floculaciones son extremadamente sensibles las características fisicoquímicas del agua cruda, tales como la alcalinidad, el pH y la turbiedad.

Algunos iones presentes en el agua pueden influir en el equilibrio fisicoquímico del sistema, en la generación de cadenas poliméricas de los hidróxidos que se forman o en la interacción de estos polímeros con las partículas coloidales, lo que afectará el tiempo de floculación.

La presencia de iones  $\text{SO}_4^{=}$ , por ejemplo, tiene marcada influencia en el tiempo de formación de los flóculos, en función del PH (véase la figura N° 7). (Tratamiento de Agua Para Consumo Humano-Plantas de Filtración Rápido OPS/ CEPIS/ Tomo I/ Pág. 283 2004)

Figura N° 7: Efecto del ion sulfato sobre el tiempo de formación del floculo de sulfato de aluminio.

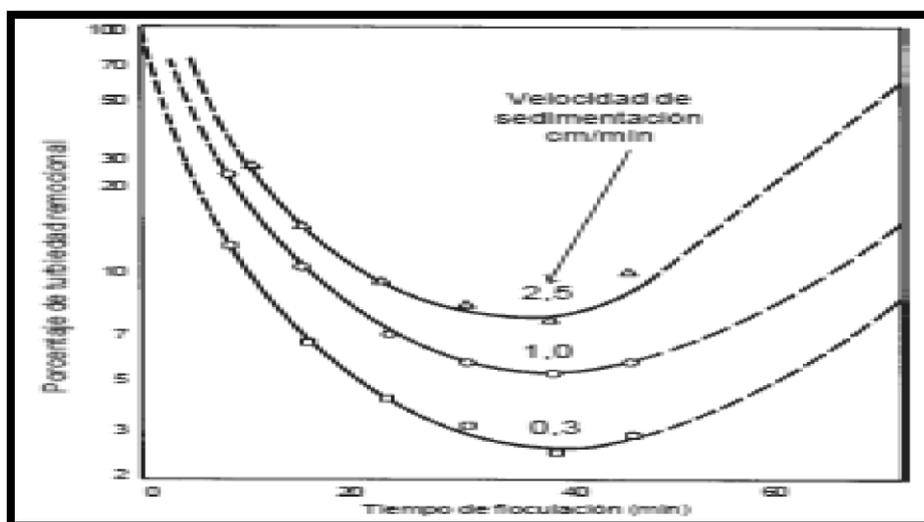


Fuente: Tratamiento de Agua Para Consumo Humano-Plantas de Filtración Rápido OPS/ CEPIS/ Tomo I/ Pág. 283

### ➤ TIEMPO DE FLOCULACIÓN

En todos los modelos propuestos para la floculación, la velocidad de aglomeración de las partículas es proporcional al tiempo. Bajo determinadas condiciones, existe un tiempo óptimo para la floculación, normalmente entre 20 y 40 minutos. Mediante ensayos de prueba de jarras (jar tests), se puede determinar este tiempo, que, en la figura N° 8, resultó ser de alrededor de 37 minutos.

Figura N° 8: Efecto del periodo de floculación en la sedimentación.



**Fuente:** (Tratamiento de Agua Para Consumo Humano-Plantas de Filtración Rápido OPS/ CEPIS/ Tomo I/ Pág. 283 2004)

### ➤ GRADIENTE DE VELOCIDAD

El parámetro de gradiente de velocidad como un factor de proporcionalidad. Que caracteriza a la velocidad de aglomeración de las partículas en la floculación ortocinetica. Cuanto mayor es el gradiente de velocidad, más rápida es la velocidad de aglomeración de las partículas. Mientras tanto, a medida que los flóculos aumentan de tamaño, crecen también las fuerzas de cizallamiento hidrodinámico, inducidas por el gradiente de velocidad. Los flóculos crecerán hasta un tamaño máximo,

por encima del cual las fuerzas de cizallamiento alcanzan una intensidad que los rompe en partículas menores.

La resistencia de los flóculos depende de una serie de factores:

- i. De su tamaño, forma y compactación.
- ii. Del tamaño, forma y naturaleza de las macropartículas.
- iii. Del número y forma de los ligamentos que unen a las partículas.  
(Tratamiento de Agua Para Consumo Humano-Plantas de Filtración Rápido OPS/ CEPIS/ Tomo I, 2004)

#### ➤ **INFLUENCIA DE LA VARIACION DEL CAUDAL**

Es conocido que, al variarse el caudal de operación de la planta, se modifican los tiempos de residencia y gradientes de velocidad en los reactores.

El floculador hidráulico es algo flexible a estas variaciones. Al disminuir el caudal, aumenta el tiempo de retención y disminuye el gradiente de velocidad. ¿Al aumentar el caudal, el tiempo de retención disminuye, el gradiente de velocidad se incrementa y viceversa; El número de Camp ( $N_c$ ) varía en aproximadamente 20% cuando la variación del caudal es de 50%.

En el floculador mecánico, el efecto es más perjudicial debido a su poca flexibilidad, ya que la velocidad permanece constante y el tiempo de residencia aumenta o disminuye de acuerdo con la variación del caudal.  
(Tratamiento de Agua Para Consumo Humano-Plantas de Filtración Rápido OPS/ CEPIS/ Tomo I, 2004)

#### **1.4.5. Origen de la Turbidez y el Color**

La turbidez es una característica del agua debida a la presencia de partículas suspendidas cuyo tamaño varía desde suspensiones groseras hasta coloides. La presencia de esas partículas provoca la dispersión y absorción de la luz, dando una apariencia turbia, estéticamente indeseable y potencialmente peligrosa (Sáenz, 1993)

La principal causa responsable de la turbidez en el agua son arcillas, minerales, sedimentos, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, plancton y otros organismos microscópicos, siendo las arcillas la causa más común de turbiedad (Zambrano, 1998)

#### **1.4.6. Coagulantes Naturales**

Son aquellos que se producen por reacciones bioquímicas naturales en animales y plantas. Son polímeros que muchas veces no tienen una sola composición química definida, pues están constituidos principalmente por varios tipos de polisacáridos (por ejemplo, almidón, celulosa, glucósidos, entre otros) y proteínas (por ejemplo, caseína, gelatina, olieratina, entre otros). Se ha encontrado que proteínas solubles en agua contenidas en semillas de *Moringa oleífera* presentan propiedades coagulantes y floculantes, y se han utilizado tradicionalmente como clarificadores para aguas de consumo humano. La toxicidad de los polímeros naturales es, por lo general, mínima o nula, incluso se utilizan en muchos casos como combustibles o como aditivos en diversos productos alimenticios (Almendárez, 2004).

El tratamiento de potabilización convencional, comprende básicamente la clarificación del agua tras la captación mediante las etapas de coagulación floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Sin embargo, en zonas de escasos recursos y de tecnología limitada, la utilización de tecnologías convencionales de potabilización no es viable ni adecuada, debido entre otros motivos a su elevado costo de inversión y gestión, y al mantenimiento que requieren. Este tipo de instalaciones se caracterizan por un importante desarrollo de infraestructura, personal calificado para su explotación y adición de productos químicos necesarios para su funcionamiento.

Precisamente esta última característica representa un factor limitante en la aplicación de la tecnología de potabilización convencional, ya que los reactivos químicos pueden alcanzar un valor económico considerable si no son producidos a nivel local, ya que deben ser importados y pagados en moneda extranjera, lo que incrementa considerablemente su costo (Schultz et al., 1983)

Su origen natural, garantiza la inocuidad para el desarrollo humano, y la biodegradabilidad de los lodos producidos permite además su utilización en la agricultura. Su aplicación, convencional y al tratamiento de aguas residuales. En la actualidad, el uso de coagulantes de origen sintético para la potabilización, tales como Sulfato de Aluminio o el Cloruro Férrico (Van Benchosten et al., 1997; Najm et al., 1998) s.f.)

#### **A. TRITICUM VULGARE (TRIGO)**

El trigo harinero o trigo candeal (*Triticum Aestivum* o *T. Vulgare*), un cereal del género *Triticum*, es la especie de trigo más extensamente cultivada en el mundo.

Es una planta alohexaploide, debido a su conformación de 32 cromosomas repartidos en 6 juegos desde tres diferentes especies (*Triticum spelta*, *Aegilops cylindrica*), de 7 cromosomas cada uno. La planta posee tres genomas idénticos, los cuales poseen información genética repetida, lo cual le confiere a la especie en sí gran adaptabilidad a los diferentes ambientes. Tales que se encuentran en las zonas andinas de nuestra región, y por ende en la localidad del callejón de Huaylas.

*Fotografía N° 2: Triticum Vulgare (trigo en grano)*



***Fuente: Propia***

*Fotografía N° 3: Harina de Triticum Vulgare (trigo)*



*Fuente: propia*

## **B. AGAVE AMERICANO (PENCA)**

Es una planta perenne acaule resistente a terrenos áridos. Las hojas crecen desde el suelo, grandes, lanceoladas y carnosas de color blanco-azulado o blanco-grisáceo, saliendo todas desde el centro donde permanecen enrolladas a un tallo central denominado en México cayote1 (no confundir con la cucurbitácea).

Las hojas se van formando desde el cayote en forma creciente y tienen espinas en su borde de casi 2 cm, muy agudas y finas. Todas las hojas terminan en el ápice, una aguja fina de unos 5 cm de longitud y de hasta 1 cm de ancho en su parte menos extrema. (Park S. Nobel. Los incomparables Agaves y Cactus. Ed. Trillas. 1998)

- **ORIGEN DEL AGAVE;** El Agave también es conocida con los nombres pita, maguey, cabuya, mezcal y fique, pertenece a la familia Agavaceae; es una planta con hojas agrupadas en forma de rosetas, es oriundo del continente americano, con una distribución que se extiende desde el sur de Estados Unidos hasta Colombia y Venezuela, incluyendo todas las islas del Caribe, ha sido utilizado desde la antigüedad para satisfacer y complementar una serie de necesidades básicas: alimento, forraje, medicamento y construcción, entre otros. (Park S. Nobel. Los incomparables Agaves y Cactus. Ed. Trillas. 1998).

- **COMPOSICION QUIMICA DEL AGAVE**; El Agave presentó un alto contenido de sólidos (33%). Los fructanos representaron aproximadamente el 70% de los sólidos solubles, estos compuestos son de gran importancia para la obtención de jarabes.
- i. Humedad 67%
  - ii. Sólidos solubles 33% (Celulosa 36.20%, Fructano 69.75% y Lignina 17.02%).

El porcentaje total de los azúcares está formado por:

- i. 75 Partes de Fructosa (índice glucémico bajo por lo que es apropiado para diabéticos).
- ii. 25 Partes de Glucosa.
- iii. 5 Partes de Inulina (índice "0").

El Aguamiel de Agave es un líquido dulce, 100 gr. Contienen:

- i. 5,30 gr. de extracto no nitrogenado.
- ii. 0,4% de proteínas, esta última cantidad que, aunque parece baja, es interesante por su composición en aminoácidos esenciales como: lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, leucina, tirosina, metionina, valina y arginina. Contiene vitaminas del complejo B, niacina, tiamina, riboflavina y vitamina C. Minerales como hierro, calcio y fósforo. (Park S. Nobel. Los incomparables Agaves y Cactus. Ed. Trillas. 1998)

*Fotografía N° 4: Agave Americano (penca).*



**Fuente: Propia**

## **1.5. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En la actualidad el tratamiento del agua potable es muy costoso debido que uno de los principales problemas ambientales en el Perú es la contaminación del agua y una de las fuentes de contaminación es el vertimiento de las aguas residuales de las poblaciones sin tratamiento o con sistema de tratamiento deficientes el mismo que requiere ser evaluado.

Por lo que en el Perú el abastecimiento del agua potable es deficiente debido a inadecuado tratamiento del agua, la cual implica que la población consuma agua entubada o sin tratamiento, esto repercute en impactos negativos en la salud pública, la capacidad financiera limitada de los organismos encargados de proveer estos servicios y la institucionalidad débil del sector son factores que limitan las posibilidades de mejorar el acceso y la calidad de agua potable.

Según el IPE (2013) la cobertura de agua potable en el Perú es 82.5% y Desagüe 67.3%

## **1.6. FORMULACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.6.1. Formulación del Problema**

Por lo cual implica y se pregunta ¿la calidad del agua del río Chucchun – Carhuaz empleando insumos orgánicos AGAVE AMERICANO Y EL TRITICUM VULGARE con proceso modificado de filtración lenta, será eficiente para ser potabilizada?

### **1.6.2. Planteamiento del Problema**

En la presente investigación queremos verificar si los coagulantes naturales son eficientes en el tratamiento agua para consumo humano, como sabemos actualmente en las plantas de tratamiento de agua se usa el Sulfato de Aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) como un coagulante químico el cual resulta costoso en su adquisición por lo que las empresas potabilizadoras invierten una gran cantidad de dinero.

Cuando se emplea un coagulante químico en el tratamiento del agua de fuentes superficiales, en zonas rurales donde se cuenta con pequeñas plantas

convencionales y de tecnología apropiada, donde el costo de compra de compra y transporte y manipulación resulta muy costoso, por lo que se propone alternativas que se pueda emplear algún producto natural que en la misma zona produce y con las mismas propiedades del sulfato de Aluminio. Empleando métodos básicos y una adecuada capacitación al personal encargado, se puede mejorar el tratamiento y disminuir los costos.

## **1.7. JUSTIFICACIÓN**

La turbiedad y el color del agua son principalmente causados por partículas muy pequeñas, llamadas partículas coloidales. Estas partículas permanecen en suspensión en el agua por tiempo prolongado y pueden atravesar un medio filtrante muy fino. Por otro lado, aunque su concentración es muy estable, no presentan la tendencia de aproximarse unas a otras.

En pequeñas zonas rurales donde cuentan con pequeñas plantas potabilizadoras, y por lo que hay gran deficiencia en la operación y mantenimiento de tales. Y mucho menos se cuenta con insumos químicos, por la lejanía y presupuesto. Estos se encuentran en la preocupación de poder controlar el sedimento del agua.

Es por ello que los coagulantes naturales son una alternativa de solución para poder clarificar el agua. Estas sustancias naturales como es el caso de las Cactáceas, la cual la emplea como un tratamiento doméstico demuestra que existen ciertos compuestos naturales que se pueden emplear en plantas potabilizadoras. En tanto, estos insumos se encuentran fácilmente dentro de la localidad de estudio. Por lo que el trabajo de investigación se justifica para poder demostrar que el empleo del coagulante natural Agave Americano (penca) y el Triticum Vulgare (trigo). Para la potabilización en localidades rurales del callejón de Huaylas en especial donde abunda estos coagulantes naturales o insumos naturales se puede demostrar mediante estudios de EFICIENCIA, VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN, GRADIENTE, TIEMPOS MÁXIMOS DE FLOCULACIÓN Y LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD EN AGUAS SUPERFICIALES. Pueden ser una alternativa para el uso en este tratamiento por ser económicamente rentables y favorables en el manejo de estos insumos.

## **1.8. OBJETIVOS.**

### **1.8.1. Objetivo General**

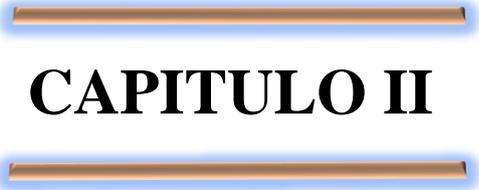
Determinar la calidad del agua del Rio Chucchun empleando los insumos orgánicos “AGAVE AMERICANO (PENCA) Y EL TRITICUM VULGARE (TRIGO) con filtro lento modificado en el año 2016

### **1.8.2. Objetivos Específicos:**

- Encontrar la dosis, concentración, pH óptimo de los coagulantes AGAVE AMERICANO y TRITICUM VULGARE.
- Caracterizar la muestra de agua del rio Chucchun-Carhuaz a ser empleada en la simulación a escala de los procesos de coagulación, floculación y filtración lenta.
- Comprobar la eficiencia de remoción en los parámetros físicos – químico de la fuente de estudio con el empleo de coagulante natural, en el proceso de coagulación, floculación y filtración lenta.

## **1.9. HIPOTESIS**

La calidad de agua del Rio Chucchun - Carhuaz es óptima empleando especies naturales AGAVE AMERICANO (PENCA) Y EL TRITICUM VULGARE (TRIGO) y modificando el filtro lento para consumo humano en año 2016



## **CAPITULO II**

## CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO

### 2.1. METODOLOGÍA

En el siguiente estudio consiste en verificar si la harina de *Triticum Vulgare* y el Líquido del Agave Americano poseen propiedades coagulantes para la remoción de los sólidos disueltos totales y la turbiedad, de la muestra que se tomó en el río Chucchun.

### 2.2. TIPO DE ESTUDIO

**2.2.1. Tipo de Investigación:** la investigación es de tipo Descriptivo, se contabilizará las características y el comportamiento de las variables en un solo estudio.

**2.2.2. Tipo de Diseño de Investigación:** La investigación es de tipo experimental, de esta forma se busca la dosis apropiada para poder remover los sólidos disueltos y la turbiedad, y al final se concluye el experimento con la

filtración lenta; a continuación, se describe los materiales y métodos utilizados en el laboratorio.

**2.2.3. Nivel de Investigación:** es a nivel pre experimental, porque no hay grupo de control, es:

Retrospectivo porqué la muestra actual o insitu.

Deductivo, viene hacer de lo general a lo particular.

### **2.3. DISEÑO**

Diseño de investigación es experimental, a nivel de pre experimento.

**G O<sub>1</sub> X O<sub>2</sub>**

Donde:

G: grupo de sujetos (G1: grupo 1, G2: grupo 2,)

X: Tratamiento, estímulo o condición experimental

O: Medición de los sujetos de un grupo O1, O2 (prueba, cuestionario, observación)

O<sub>1</sub>: Preprueba

O<sub>2</sub>: Postprueba

### **2.4. VARIABLES**

#### **2.4.1. Variable de Caracterización.**

Empleo de las especies de Agave Americano (penca) y el Triticum Vulgare (trigo) como coagulante natural para la estimación de la calidad del río Chucchun.

#### **2.4.2. Variable de Interés.**

Remoción de turbiedad y solidos disuelto para la evaluación de la calidad del Río Chucchun.

Tabla 5: Variables del diseño experimental.

TIPOS DE VARIABLES	VARIABLES	DEFINICION	UNIDADES
VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN	Turbidez	Es la medida del grado de transparencia aparente del agua	NTU
	Color	Está asociado a sustancias que se encuentra disueltos o suspendidas en el agua	
	pH	Nivel de acidez o alcalinidad.	
	Solidos Disueltos Totales	Son la suma de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas disueltos en el agua	PPM
VARIABLE DE INTERÉS	Velocidad de agitación	Velocidad con que rotaron las paletas de prueba de jarra durante la prueba.	Rpm
	Volumen de la muestra	Cantidad de espacio ocupado por la muestra.	ml.
	Eficiencias del <i>Agave Americano</i> (jugo de penca)	Recopilación de información y análisis de eficiencia del coagulante	ml.
	Eficiencia de <i>Triticum Vulgare</i> (harina de trigo)	Recopilación de información y análisis de eficiencia del coagulante	Gramos.

*Fuente: elaboración propia.*

## 2.5. OPERACIONALIDAD DE VARIABLES

*Tabla 6. Operacionalización de las Variables.*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	ITEMS
<p><b>Variable de Caracterización:</b> Empleo de las especies de Agave Americano (penca) y el Triticum Vulgare (trigo) como coagulante natural para la estimación de la calidad del río Chucchun.</p>	Tratamiento que remueve los parámetros de fisicoquímicos con el uso de especies orgánicas	Determinación instrumental de laboratorio y campo	La Concentración de Coagulantes Naturales.	mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodología del laboratorio de Calidad Ambiental de la FCAM – UNASAM</li> <li>• Medición de la turbidez y sólidos totales disueltos de las muestras utilizando el Turbidímetro</li> </ul>
<p><b>Variable de interés:</b> Remoción de turbiedad y sólidos disueltos para la evaluación de la calidad del Río Chucchun.</p>	Valores que se obtiene de un tratamiento que remueve los contaminantes	Determinación de los valores del afluente y efluente en el laboratorio	<p>Turbiedad</p> <p>Sólidos Totales Disueltos.</p>	<p>UNT</p> <p>mg/l</p>	

## **2.6. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO**

### **2.6.1. Población.**

La población a investigar es la microcuenca de río Chucchun que se ubica en la ciudad de Carhuaz.

### **2.6.2. Muestra**

La muestra utilizada durante las distintas pruebas de jarras para nuestra investigación viene a ser el agua del río Chucchun; se tomó 2 litros de agua para el análisis inicial este proceso se realiza 4 veces.

Y 250 litros de agua para realizar el análisis con la prueba de jarras para los dos coagulantes naturales este proceso se repite 4 veces.

### **2.6.3. Muestreo**

El muestreo se realizó en el Río Chucchun.

El método de muestreo fue:

Muestreo no probabilístico, es la técnica de muestreo donde los elementos han sido elegidos por los investigadores que proponen el número y tipo de muestreo.

## 2.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 2.7.1. Técnicas de recolección de Datos

#### ➤ Materiales Y Equipos

Tabla 7: Materiales y equipos.

Tipo de proceso	Materiales y equipos de laboratorio	Reactivos de laboratorio
<b>Proceso de la Obtención del coagulante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 01 Molino para la obtener la harina de Triticum Vulgare y sacar el líquido del Agave Americano.</li> <li>✓ Balanza analítica</li> <li>✓ Espátula</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agua destilada</li> <li>✓ Trigo entero (Triticum Vulgare)</li> <li>✓ Penca entera (Agave Americano)</li> </ul>
<b>Proceso de la obtención optima del coagulante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 06 vasos precipitados de 100 ml</li> <li>✓ 06 vasos precipitados de 1000 ml</li> <li>✓ 06 pipetas graduadas</li> <li>✓ 03 Matraces</li> <li>✓ 02 Pisetas</li> <li>✓ 01 embudos</li> <li>✓ 06 jeringas de 10 ml y 5 ml con agujas</li> <li>✓ 06 baldes de polietileno de 2000 ml</li> <li>✓ Prueba de Jarras</li> <li>✓ Turbidimetro</li> <li>✓ pHmetro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agua destilada</li> <li>✓ Trigo molido (Triticum Vulgare)</li> <li>✓ penca extracto (Agave Americano)</li> <li>✓ Cal</li> <li>✓ Ácido sulfúrico</li> </ul>
<b>Proceso de filtración de muestras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Arena</li> <li>✓ Esponja</li> <li>✓ Grava</li> <li>✓ Recipiente de 8 L</li> </ul>	

*Fuente propia*

➤ **Descripción Del Equipo Utilizado**

**i. PRUEBA DE JARRAS.**

El análisis de jarras es una prueba del laboratorio que busca determinar la dosis apropiada de Coagulante es la simulación de los procesos de coagulación, floculación y sedimentación con diferentes dosis de coagulante, la determinación para saber cuál es la dosis optima se hace por comparación visual y se escoge la muestra en la cual se puedan ver los flocs de mayor tamaño y que presenta menor turbiedad.

En la presente investigación se utilizó la prueba de jarras programable provisto de 06 paletas y recipientes de 2 litros, capaz de operar a velocidades variables (0 -300 RPM).

*Fotografía N° 5: Prueba de Jarras.*



*Fuente: Propia.*

**ii. TURBIDIMETRO**

El Turbidímetro es un medidor portátil con una gran pantalla que cumple todas las exigencias para medir la turbidez in situ. El rango de medición del Turbidímetro es de 0 – 1000 NTU está seccionado en dos rangos automáticos para aumentar la precisión. El teclado sencillo permite que el Turbidímetro sea de fácil manejo.

Fotografía N° 6: Turbidímetro.



*Fuente: Propia*

➤ **Metodología De La Tesis**

La metodología empleada en el estudio experimental comprende las siguientes etapas.

**a. OBTENCIÓN DEL INSUMOS ORGÁNICOS COMO COAGULANTE NATURAL.**

*i. Líquido del Agave Americano (Penca)*

Este producto es fácil de encontrar, ya que crece en todas las zonas andinas, se recogió varias hojas como materia prima para nuestra investigación, se obtuvo en la ciudad Huaraz sector Shancayan.

Para el proceso de extracción de líquido del producto fue con una compresora por medio de la presión se obtuvo el coagulante natural.

*Fotografía N° 7: Extracción del Líquido del Agave Americano (penca).*



***Fuente: Propia***

***ii. Harina De Triticum Vulgare (Trigo)***

La materia prima en grano se adquiere en el mercado de Huaraz, son productos cultivados en los campos y son llevados a los mercados para ser vendidos por los agricultores.

Luego son lavados y separados de las piedritas que se mezclan al ser cosechados y hacer secar con la luz del sol, una vez que está seco el grano se lleva al molino para ser triturado y de esta forma se convierte en harina que será nuestro producto para realizar nuestro experimento.

*Fotografía N° 8: Harina de Triticum Vulgare.*



***Fuente: Propia***

Finalmente, estos productos obtenidos son utilizados como coagulantes naturales para el tratamiento de agua para consumo humano

## **b. PROCESO DE PREPARACION DE LA SOLUCIÓN.**

### *i. Jugo del Agave Americano.*

Antes de realizar la prueba de jarras procedemos a preparar la solución.

- Se toma una cantidad de muestra del jugo del Agave Americano, dependiendo la solución que se requiere preparar, en vaso de 1 litro llenamos la muestra y agregamos agua destilada hasta completar a 1 litro.
- Luego agitamos hasta que se homogenice la solución, para nuestro experimento se hizo 5 muestreo cada muestreo se realizó con diferentes soluciones.
- La solución se prepara cada día que se hace el análisis.  
Al 4%; Tomamos 40 ml del jugo del Agave Americano y se llena en una jarra de 1 litro y completamos con agua destilada hasta el ras de la medida de 1 lt.  
Al 5%; Tomamos 50 ml del jugo del Agave Americano y se llena en una jarra de 1 litro y completamos con agua destilada hasta el ras de la medida de 1 lt.  
Al 7%; Tomamos 70 ml del jugo del Agave Americano y se llena en una jarra de 1 litro y completamos con agua destilada hasta el ras de la medida de 1 lt.
- Estas soluciones serán como base para realizar nuestras diluciones uno diferente para cada jarra que tiene el equipo de prueba de jarras, en este caso se hace 6 diluciones.
- La preparación de soluciones se realiza para cada día que se hace la prueba de jarras.

**ii. Harina de trigo (*Triticum Vulgare*).**

Preparación de la solución con la harina de trigo se realiza de la siguiente manera.

- Se toma una cantidad de la harina de trigo en nuestro caso para la solución al 7%, 4% y 5%, se tomó 70 gramos, 40 gramos y 50 gramos respectivamente, con el 5% se trabajó dos veces.
- Luego agitamos hasta que se homogenice la solución, para nuestro experimento se hizo 4 muestreo cada muestreo se realizó con diferentes soluciones.
- La solución es prepara cada día que se hace el análisis.  
Al 4%; Tomamos 40 gramos de harina de *Triticum Vulgare* y se llena en una jarra de 1 litro con 500 ml de agua primero disolvemos la harina con el agua hasta que este homogéneo y luego completamos con agua destilada hasta el ras de la medida de 1 lt.  
Al 5%; Tomamos 50 gramos de harina de *Triticum Vulgare* y se llena en una jarra de 1 litro con 500 ml de agua primero disolvemos la harina con el agua hasta que este homogéneo y luego completamos con agua destilada hasta el ras de la medida de 1 lt.  
Al 7%; Tomamos 70 gramos de harina de *Triticum Vulgare* y se llena en una jarra de 1 litro con 500 ml de agua primero disolvemos la harina con el agua hasta que este homogéneo y luego completamos con agua destilada hasta el ras de la medida de 1 lt.
- Estas soluciones serán como base para realizar nuestras diluciones uno diferente para cada jarra que tiene el equipo de prueba de jarras, en este caso se hace 6 diluciones.
- La preparación de soluciones se realiza para cada día que se hace la prueba de jarras.

### **c. LA PRUEBA DE JARRAS**

Se realizó el test de jarras, esta prueba se realiza para determinar la dosis, la concentración y el PH más efectivas de coagulantes para realizar el control de las cantidades que se debe suministrar en un agua específica durante el control de coagulación y floculación en una planta de agua potable.

Para la presente tesis el análisis se realizó en el laboratorio de calidad ambiental de la facultad de ciencias del ambiente de la Universidad Nacional de Ancash.

#### ***i. Determinación de la Dosis Óptima.***

La determinación de la Dosis óptima se realiza para verificar la dosis que es efectivo en la remoción de la turbiedad.

Una vez tomada la muestra de agua se realiza el proceso de coagulación-floculación con el equipo de prueba de jarras, para esto se procede a llenar a las jarras de agua superficial de estudio, que es de 2 litros.

En cada vaso se procede agregar el coagulante (jugo de Agave Americano y la harina de Triticum Vulgare) con diferentes concentraciones, este tiene que estar en movimiento, se esta forma se realiza el mezclado por un tiempo de 10 seg. a una velocidad de 300 rpm con el fin de desestabilizar las cargas superficiales de las partículas de la materia orgánica, seguida de una mezcla lenta por 20min a 80 rpm para promover la formación de flóculos.

Después se deja reposar por un tiempo de 10 min, para que sedimente los sólidos presentes, luego se pasa a medir la turbiedad la medida se realiza de las 6 jarras. La dosis óptima es la jarra que presenta un mejor promedio en remoción.

La muestra con la mejor remoción se le llevo para realizar el proceso de filtración lenta.

Al agua filtrada se le realiza los análisis correspondientes los cuales son: pH, Sólidos totales disueltos, Turbiedad, Aluminio total, Bacterias Heterotróficas, Coliformes Totales, Coliformes fecales o Termotolerantes y Escherichia Coli

***ii. Determinación de Concentración Óptima.***

Para determinar la concentración óptima en las jarras de 2 litros llenamos la muestra de agua superficial, luego.

En cada vaso se procede a agregar el coagulante (jugo de Agave Americano y la harina de Triticum Vulgare) con diferentes concentraciones, este tiene que estar en movimiento, de esta forma se realiza el mezclado por un tiempo de 10 seg. a una velocidad de 300 rpm con el fin de desestabilizar las cargas superficiales de las partículas de la materia orgánica, seguida de una mezcla lenta por 20min a 80 rpm para promover la formación de flóculos.

Después se deja reposar por un tiempo de 10 min, para que sedimente los sólidos presentes, luego se pasa a medir la turbiedad la medida se realiza de las 6 jarras. La concentración óptima es la jarra que presenta un mejor promedio en remoción. La muestra con la mejor remoción se le lleva para realizar el proceso de filtración lenta.

Al agua filtrada se le realiza los análisis correspondientes los cuales son: pH, Sólidos totales disueltos, Turbiedad, Aluminio total, Bacterias Heterotróficas, Coliformes Totales, Coliformes fecales o Termotolerantes y Escherichia Coli

***iii. Determinación de pH óptimo.***

De igual forma que en los anteriores se llena en cada jarra o vaso de la prueba de jarras se agrega una muestra de agua superficial cada vaso con pH diferente.

En cada vaso se procede a agregar el coagulante (jugo de Agave Americano y la harina de Triticum Vulgare) con una concentración óptima que se obtuvo anteriormente, este tiene que estar en movimiento, de esta forma se realiza el mezclado por un tiempo de 10 seg. A una velocidad de 300 rpm con el fin de desestabilizar las cargas superficiales de las partículas de la materia orgánica, seguida de una mezcla lenta por 20 min a 80 rpm para promover la formación de flóculos.

Después se deja reposar por un tiempo de 10 min, para que sedimente los sólidos presentes, luego se pasa a medir la turbiedad la medida se realiza de las 6 jarras, el PH óptimo es la jarra que presenta un mejor promedio en remoción.

La muestra con la mejor remoción se le lleva para realizar el proceso de filtración lenta.

Al agua filtrada se le realiza los análisis correspondientes los cuales son: pH, Sólidos totales disueltos, Turbiedad, Aluminio total, Bacterias Heterotróficas, Coliformes Totales, Coliformes fecales o Termotolerantes y Escherichia Coli

#### ***iv. Determinación de Parámetros Óptimos de la Floculación.***

Este proceso de ensayo realizamos para determinar el tiempo total de floculación, los gradientes de velocidad en cada vaso o jarra floculación y el número de jarras, esto nos indica que en una planta de tratamiento cuantas cámaras se debe proyectar.

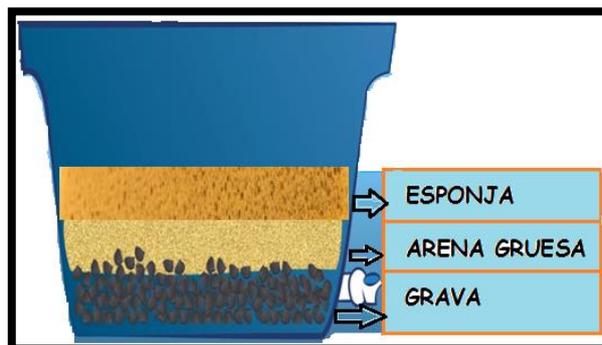
Este proceso de test de jarras se realiza empleando la dosis óptima que se obtuvo en ensayos anteriores. La mezcla rápida se realiza durante 10 seg. a 300 rpm. La floculación se lleva a cabo a distintos gradientes (80, 60, 40 y 20 s<sup>-1</sup>) y para cada uno de los gradientes varía el tiempo de floculación (5, 10, 15, 20, 25 y 30 min), respectivamente. De igual forma que con los ensayos anteriores se deja sedimentar por 10 min y luego se pasa a medir la turbiedad.

#### v. *Proceso de Filtración Lenta.*

En la tesis se ha hecho la comprobación del empleo de los coagulantes naturales con la verificación de la remoción de turbiedad y solidos condicionando la modificación de la estructura del lecho filtrante, que simulan el mecanismo de filtrado como se detalla a continuación:

Se ha modificado la estructura del filtro que consta de un tanque una primera capa de grava de 1 ½” a 2”, que cuentan con un espesor de 6cm, seguido de una capa de la arena gruesa con una capa de 7cm y finalmente una capa de esponja con una capa de 7cm, dejando un espacio libre de acuerdo al recipiente empleado como se representa en el siguiente esquema:

*Figura N° 9: diseño del esquema de filtro lento.*



Fuente: propia

El procedimiento consiste usar un balde simple de capacidad de 8.00 Litros donde se adiciona el material filtrante de acuerdo al esquema propuesto.

La válvula a añadirse es de ½” de donde se tomarán las muestras para medir la turbiedad y la cantidad de solidos del efluente que sale del filtro.

El número de muestras que se van a tomar es la misma cantidad de los muestreos realizados en el laboratorio con el test de

jarras, en donde se espera el tiempo necesario para simular el proceso de tratamiento como filtro lento modificado.

Se quiere determinar la eficiencia del filtro modificado, pues se está añadiendo un material nuevo como empaque de soporte y removedor de elementos suspendido y turbiedad.

### **2.7.2. Plan De Recolección De La Información.**

Se seleccionó el lugar de estudio a la ciudad de Carhuaz se realizó el estudio de la microcuenca del río Chucchun, después de este proceso se pasó a la recolección y obtención de los coagulantes naturales ya teniendo nuestros insumos se tomó muestras del agua del río en poca de avenida y de inmediato se procedió a realizar la parte experimental en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.

Se inicia con el análisis del agua del río Chucchun, con la finalidad de determinar las concentraciones de los parámetros que puede tener el agua del río y verificar si cumplen con los límites máximos permisibles para consumo humano.

Como se sabe el agua superficial contiene parámetros que están por encima de los límites máximos permisibles para consumo humano, por tal razón realizamos la parte experimental con la ayuda de los coagulantes naturales (jugo del Agave Americano y la harina del Triticum Vulgare) con las muestras recolectadas en época de avenida, obteniéndose la dosis, concentración y pH óptimo, este proceso se repite cada 15 días.

Después del parte experimental se procesó a realizar el proceso de filtración lenta modificado con la esponja, arena gruesa y grava, al final de este proceso se procede recoger la muestra final para ser llevado al laboratorio para su análisis y con los resultados finales comparar los parámetros con el reglamento de límites máximos permisibles del reglamento: conductividad, pH, sólidos totales disueltos, turbiedad, aluminio total, bacterias heterotróficas, Coliformes totales, Coliformes fecales o Termotolerantes y Escherichia Coli, estos resultados nos sirvió para la determinación de la

eficiencia de los coagulantes naturales y por último se realiza el informe final.

## **2.8. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS**

El análisis estadístico de datos se ha asociado de manera general con la investigación de corte experimental, o podemos decir que es característico de los enfoques positivistas.

Así definimos el análisis estadístico de datos como un conjunto de métodos, técnicas y procedimientos para el manejo de datos, su ordenación, presentación, descripción, análisis e interpretación, que contribuyen al estudio científico de los problemas planteados en el ámbito de la educación. (GIL FLORES, 1996)

### **2.8.1. Elección De La Prueba Estadística**

Existen grupos de pruebas de significación estadística, el referido a las paramétricas y el relacionado con las no paramétricas con rasgos distintivo que las caracterizan.

Para elegir nuestro estadístico de prueba, debemos tener en cuenta los siguientes criterios:

EL tipo de investigación, los niveles de investigación, los diseños de la investigación, el objetivo estadístico, la escala de medición de los variables y el comportamiento de datos.

En nuestro caso utilizaremos el t-Student para muestras relacionadas.

Tabla 8: Pruebas Estadísticas de acuerdo al tipo de estudio.

		PRUEBAS NO PARAMETRICAS			PRUEBAS PARAMETRICAS
Variable aleatoria		NOMINAL DICOTOMICA	NOMINAL POLITÓMICA	ORDINAL	NUMÉRICA
Variable fija					
<b>Estudio Transversal Muestras Independientes</b>	Un grupo	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste Binomial	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste	T de Student Para una muestra
	Dos grupos	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste Corrección de Yates Test exacto de Fisher	X <sup>2</sup> de Homogeneidad	U Mann-Withney	T de Student para muestras independientes
	Más de dos grupos	X <sup>2</sup> de Homogeneidad	X <sup>2</sup> de Homogeneidad	H Kruskal-Wallis	ANOVA con un factor INTER sujetos
<b>Estudio Longitudinal Muestras Relacionadas</b>	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student para muestra relacionadas
	Más de dos medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA para medidas repetidas

**Fuente:** (Abraira Santos V, Pérez de Vargas Luque A. Métodos Multivariantes en Bioestadística, 1993)

## 2.8.2. Definición De La Prueba Estadística Seleccionada

### a. Prueba t de Student

La prueba t-Student se fundamenta en dos premisas; la primera: en la distribución de normalidad, y la segunda: en que las muestras sean independientes. Permite comparar muestras,  $N \leq 30$  y/o establece la diferencia entre las medias de las muestras.

La metodología de la t-Student es:

- Probar que cada una de las muestras tiene una distribución normal
- Obtener para cada una de las muestras: el tamaño de muestras ( $n_1$  y  $n_2$ ), sus respectivas medias ( $m_1$  y  $m_2$ ) y Varianzas ( $v_1$  y  $v_2$ )
- Probar que las varianzas sean homogéneas
- Nivel de razón de la variable dependiente (Reinaldo Alberto Sánchez Turcios s.f.)

### 2.8.3. Definir El Nivel De Probabilidad Alfa $\alpha$

Es la probabilidad de cometer un error de tipo I

El error de tipo I: consiste en aceptar la hipótesis alternativa cuando la cierta es la nula.

El porcentaje de error que se debe de realizar la muestra de comprobación debe ser de acuerdo a la siguiente condición:  $\alpha = 0.1$

### 2.8.4. Criterio Para Determinar Normalidad

P-valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  Los datos no provienen de una distribución normal

P-valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  Los datos provienen de una distribución normal

### 2.8.5. Decisión Estadística

La decisión estadística puede tomarse a partir de la comparación entre las probabilidades  $p$  (grado de significación) y  $\alpha$  (nivel de significación).

A cada valor del estadístico de contraste se asocia una probabilidad  $p$ , a partir de la cual podremos decidir sobre la hipótesis nula de acuerdo con el siguiente criterio: si  $P \leq \alpha$ , rechazamos la hipótesis nula  $H_0$

Si  $P > \alpha$ , mantenemos la hipótesis nula  $H_0$

## **2.9. AMBITO DE ESTUDIO**

El ámbito de estudio comprende la subcuenta del río Chucchun, ubicado en la Provincia de Carhuaz, comprensión de los distritos de Carhuaz y Acopampa, presenta una topografía variada que van desde los 1800 msnm hasta encima de los 6000 msnm, el río nace de la Laguna 513 su recorrido hacia el Río Santa, atraviesa la planicie de Shongilpampa, sus aguas son el principal suministro de agua potable para la Ciudad de Carhuaz y poblado anexos. *(Ing. Benjamín Morales Arnao, Director del Patronato del Museo de las Montañas – Perú)*

---

## **CAPITULO III**

---

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. RESULTADOS DEL COAGULANTE NATURAL DE AGAVE AMERICANO (PENCA)

##### 3.1.1. Resultado De La Prueba De Jarras

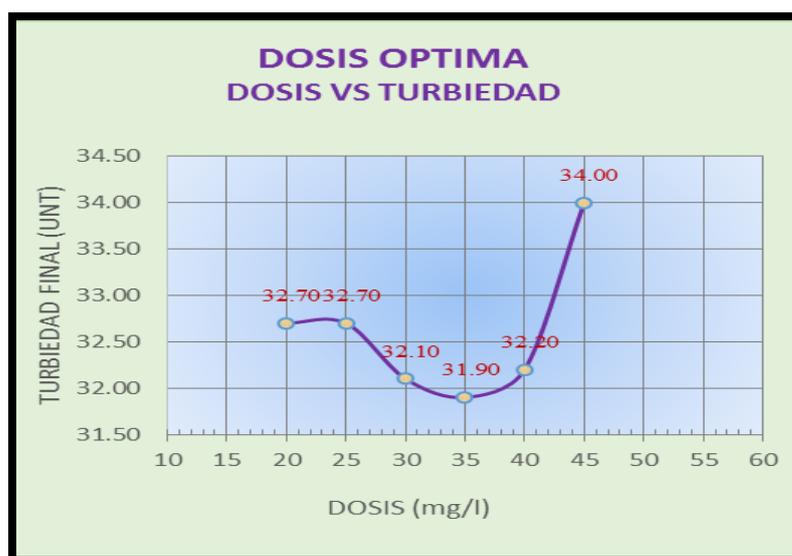
##### ➤ PRIMER MUESTREO

##### a. Determinación de la dosis óptima

*Tabla 9: Determinación de la Dosis Óptima (penca)*

D o s i s a	VASO	DOSIS (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	20	1.00	32.70
	2	25	1.25	32.70
	3	30	1.50	32.10
	4	35	1.75	31.90
	5	40	2.00	32.20
	6	45	2.25	34.00

Grafico N° 1: Dosis vs Turbiedad



**Interpretación de los resultados:**

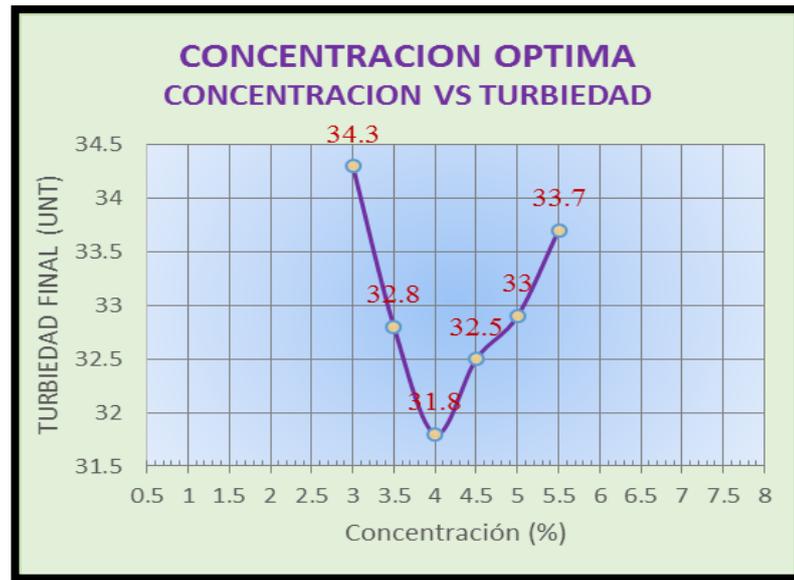
- ✓ En el grafico se observa que con la dosis 35 mg/l la turbiedad baja hasta a 31.90 UNT, siendo lo más bajo entre todas las dosis propuestas.
- ✓ Por lo tanto, debemos indicar que la Dosis Optima es 35 mg/l para nuestro primer muestreo.

**b. Determinación de la concentración óptima.**

Tabla 10: Determinación de la Concentración Óptima (penca)

Concentracion Optima	VASO	Conc. (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	3	2.33	34.3
	2	3.5	2.00	32.8
	3	4	1.75	31.8
	4	4.5	1.56	32.5
	5	5	1.40	33
	6	5.5	1.27	33.7

Grafico N° 2: Concentración vs Turbiedad



**Interpretación de los resultados:**

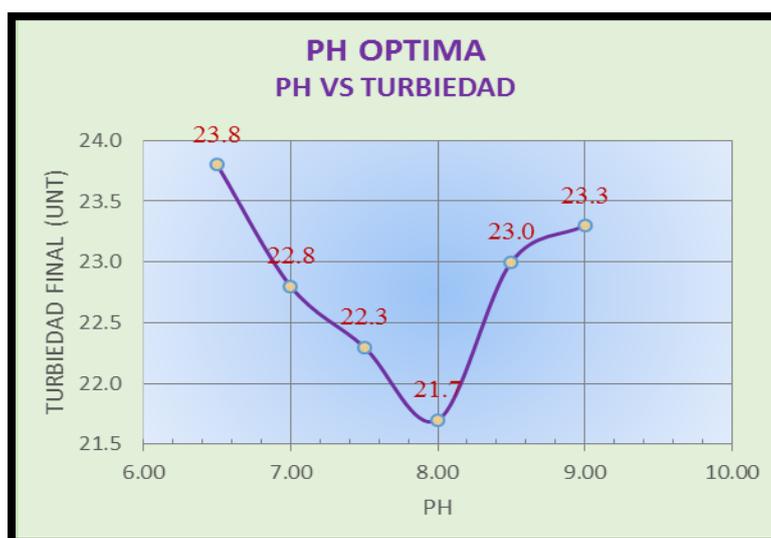
- ✓ En el grafico se observa que la turbiedad más baja es 31.8 UNT, esto se obtiene de 4 % de concentración;
- ✓ por lo tanto, indicamos que la Concentración Óptima seria al 4%.

**c. Determinación del pH óptimo.**

Tabla 11: Determinación de la pH Óptima (penca)

PH Optima	VASO	PH	Vrec (ml)	TF
	1	6.50	1.75	23.8
	2	7.00	1.75	22.8
	3	7.50	1.75	22.3
	4	8.00	1.75	21.7
	5	8.50	1.75	23.0
	6	9.00	1.75	23.3

Grafico N° 3: pH vs Turbiedad



#### Interpretación de los resultados:

- ✓ Se observa en la tabla como en el grafico que con pH de 8.00 la turbiedad se reduce hasta 21.7 UNT, siendo el más bajo.
- ✓ por lo que decimos que con una dosis Optima de 35 mg/l y con 4% de concentración Optima y con pH 8.00 se obtiene resultados aceptables para la turbiedad.

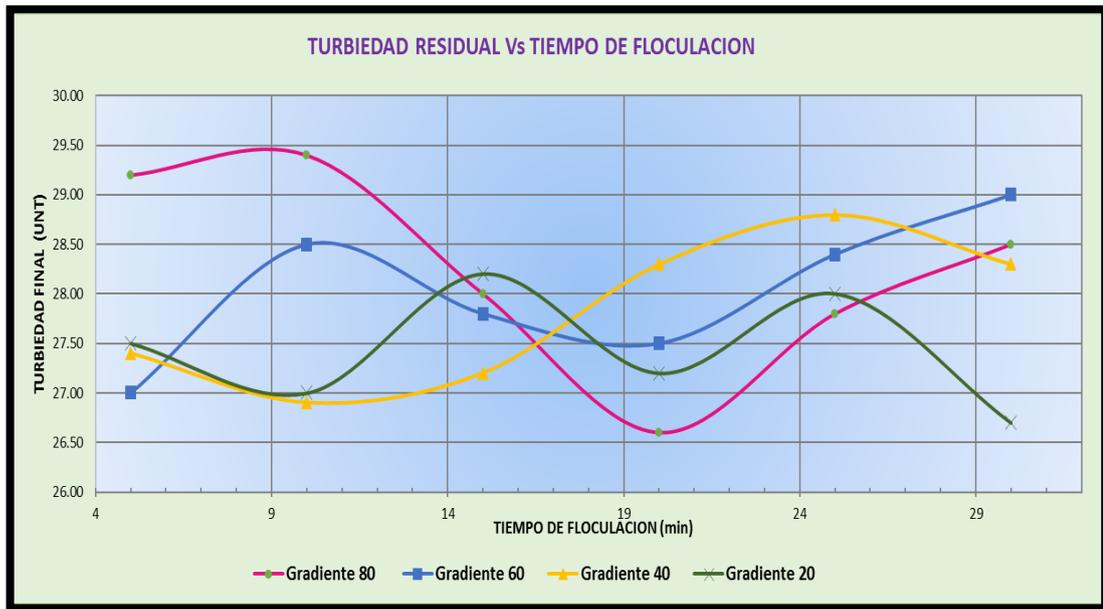
#### d. Parámetros de Floculación

Tabla 12: Parámetros de floculación del primer muestreo con penca

VASO		1	2	3	4	5	6
TIEMPO DE FLOCULACION		5	10	15	20	25	30
Vrec (ml)		1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Dosis (mg/l)		35	35	35	35	35	35
Gradiente	V (rpm)	Resultados de Turbiedad					
G = 80 S-1	55	29.20	29.40	28.00	26.60	27.80	28.50
G = 60 S-1	43	27.00	28.50	27.80	27.50	28.40	29.00
G = 40 S-1	32	27.40	26.90	27.20	28.30	28.80	28.30
G = 20 S-1	25	27.50	27.00	28.20	27.20	28.00	26.70

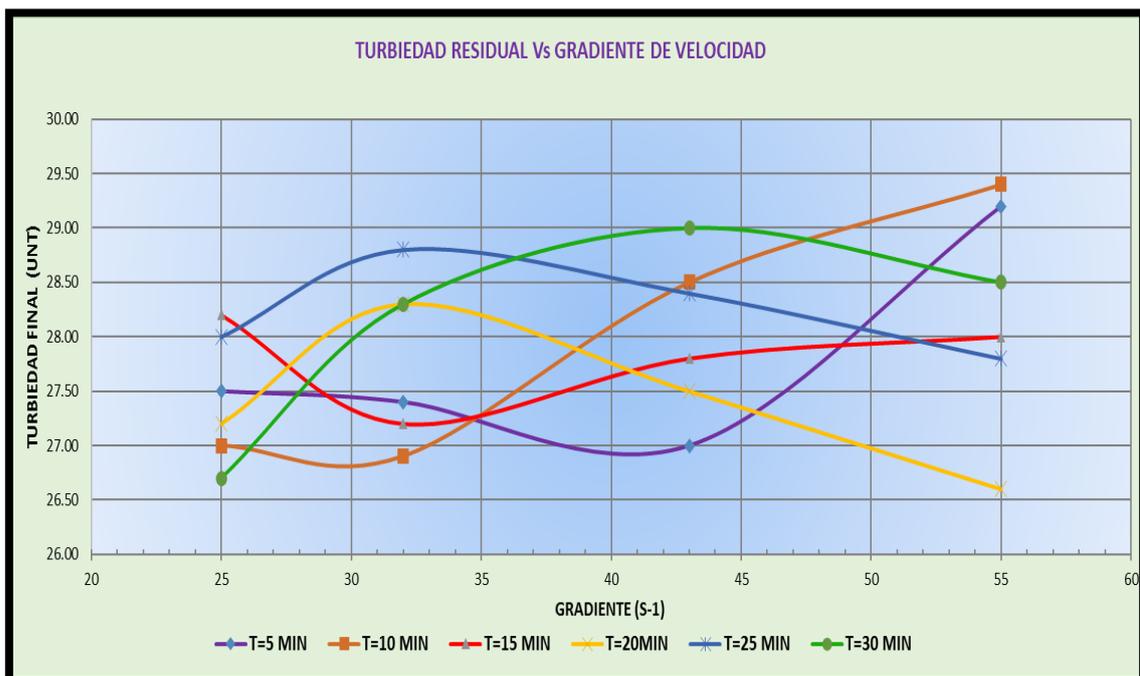
En la tabla N° 12, se presenta los parámetros de floculación que se ha determinado para los siguientes gradientes 80, 60, 40 y 20 en los tiempos de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos; para seleccionar los que tienen menor turbiedad.

Grafico N° 4: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación



En el grafico N° 4, se comprueba que la gráfica de tiempo de floculación vs turbiedad residual para poder definir las gradientes optimas de floculación, y se comprueba que las gradientes próximas están entre 60 y 20 s-1

Grafico N° 5: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad

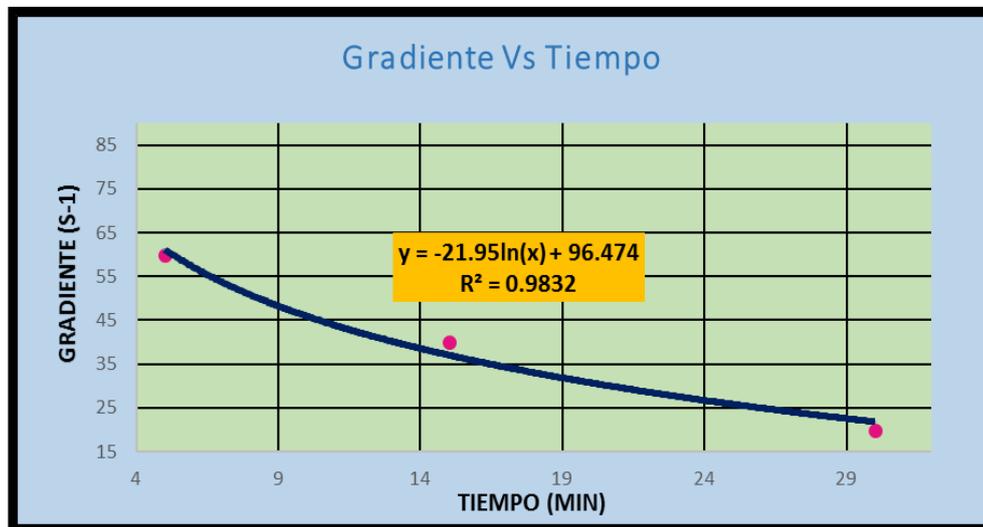


En el siguientes grafica N° 5, se comprueba que las gradientes de floculación determinas son en función a las turbiedades bajas que se ha encontrado para cada tiempo.

Tabla 13: Gradientes y Tiempos Óptimos para el primer muestreo con Penca

TIEMPO DE FLOCULACION	5	15	30
GRADIENTE	60	40	20

Gráfico N° 6: Gradientes VS Tiempos Óptimos



En la siguiente grafica N° 6, se determina la fórmula de Gradiente y tiempo de floculación para poder indicar cuál es la gradiente y tiempo óptimo para el diseño de una Planta Potabilizadora considerando el coagulante natural (penca) como agentes del proceso de potabilización para el primer muestreo.

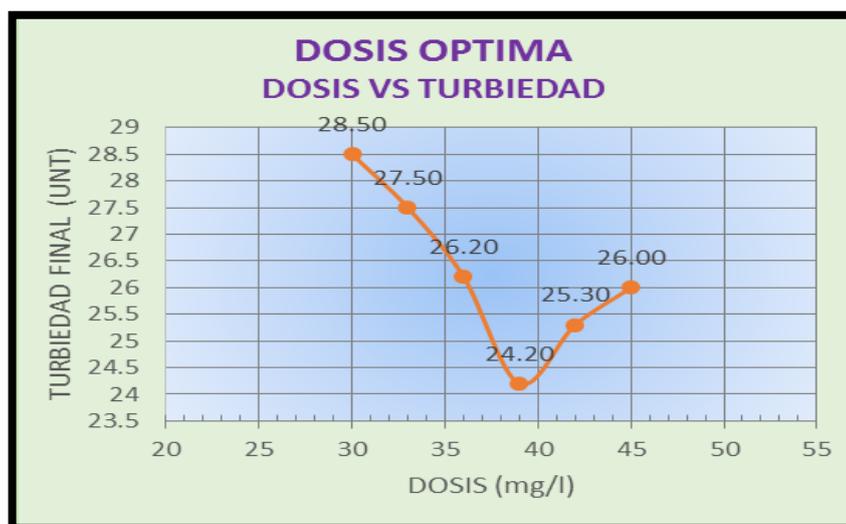
➤ **SEGUNDO MUESTREO**

**a. Determinación de la dosis óptima**

*Tabla 14: Determinación de la Dosis Óptima (penca)*

D o s i s a	Optima	VASO	DOSIS (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	30	1.20	28.50	
	2	33	1.32	27.50	
	3	36	1.44	26.20	
	4	39	1.56	24.20	
	5	42	1.68	25.30	
	6	45	1.8	26.00	

*Grafico N° 7: Dosis vs Turbiedad*



**Interpretación de los resultados:**

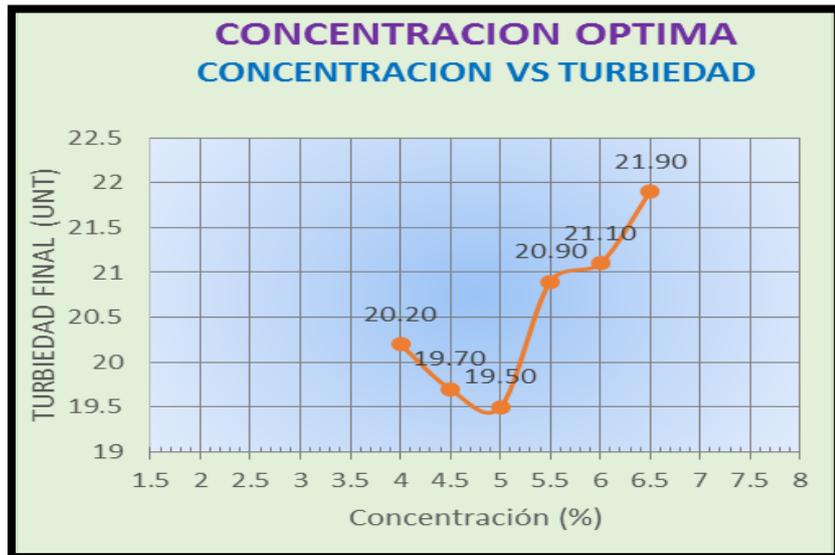
- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que con la dosis 39 mg/l del vaso número 4 la turbiedad baja hasta a 24.20 UNT, siendo lo más bajo entre todas las dosis propuestas.
- ✓ Por lo tanto, debemos indicar que la Dosis Optima es 39 mg/l para nuestro segundo muestreo.

**b. Determinación de la concentración óptima.**

*Tabla 15: Determinación de la Concentración Óptima (penca)*

Concentracion Optima	VASO	Conc. (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	4	1.95	20.20
	2	4.5	1.73	19.70
	3	5	1.56	19.50
	4	5.5	1.42	20.90
	5	6	1.30	21.10
	6	6.5	1.20	21.90

*Grafico N° 8: Concentración vs Turbiedad*



**Interpretación de los resultados:**

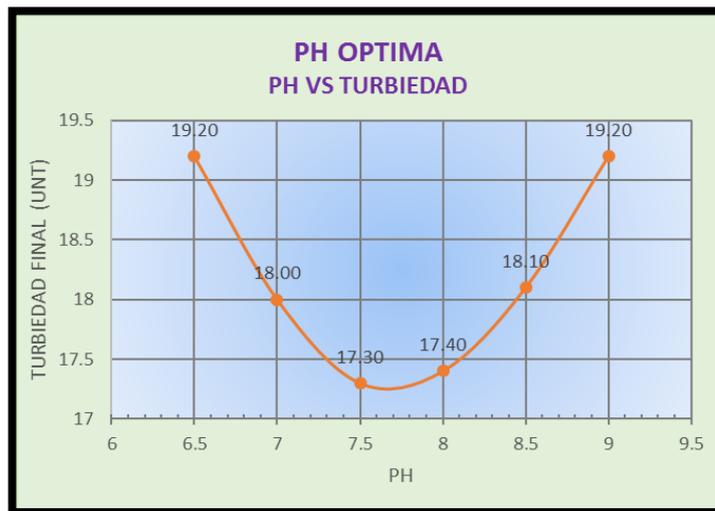
- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que la turbiedad más baja es 19.50 UNT, esto se obtiene de 5 % de concentración.
- ✓ por lo tanto, nuestra Concentración Óptima seria 5%.

**c. Determinación del pH óptimo.**

*Tabla 16: Determinación del pH Óptima (penca)*

PH Optima	VASO	PH	Vrec (ml)	TF
	1	6.5	1.56	19.20
	2	7	1.56	18.00
	3	7.5	1.56	17.30
	4	8	1.56	17.40
	5	8.5	1.56	18.10
	6	9	1.56	19.20

*Grafico N° 9: pH vs Turbiedad*



**Interpretación de los resultados:**

- ✓ Se observa en la tabla como en el grafico que con pH de 7.5 la turbiedad se reduce hasta 17.30 UNT, siendo el más bajo.
- ✓ por lo que decimos que con una dosis Optima de 39 mg/l y con 5% de concentración Optima y con pH 7.5 se obtiene resultados aceptables para la turbiedad.

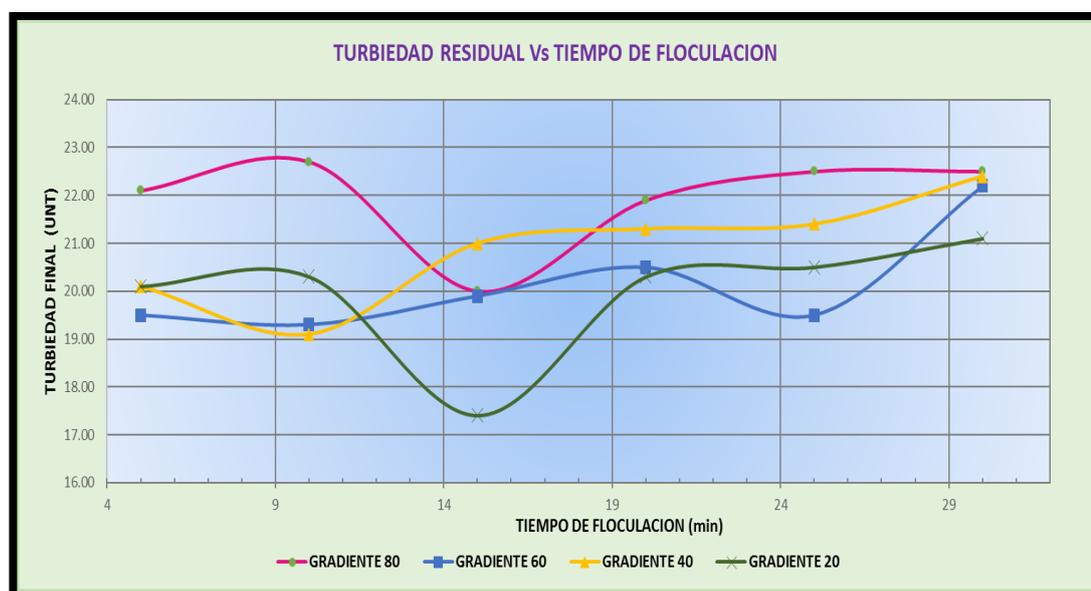
#### d. Parámetros de Floculación

Tabla 17: Parámetros de floculación del segundo muestreo con penca

VASO		1	2	3	4	5	6
TIEMPO DE FLOCULACION		5	10	15	20	25	30
Vrec (ml)		1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
Dosis (mg/l)		39	39	39	39	39	39
Gradiente	V (rpm)	Resultados de Turbiedad					
G = 80 S-1	55	22.10	22.70	20.00	21.90	22.50	22.50
G = 60 S-1	43	19.50	19.30	19.90	20.50	19.50	22.20
G = 40 S-1	32	20.10	19.10	21.00	21.30	21.40	22.40
G = 20 S-1	25	20.10	20.30	17.40	20.30	20.50	21.10

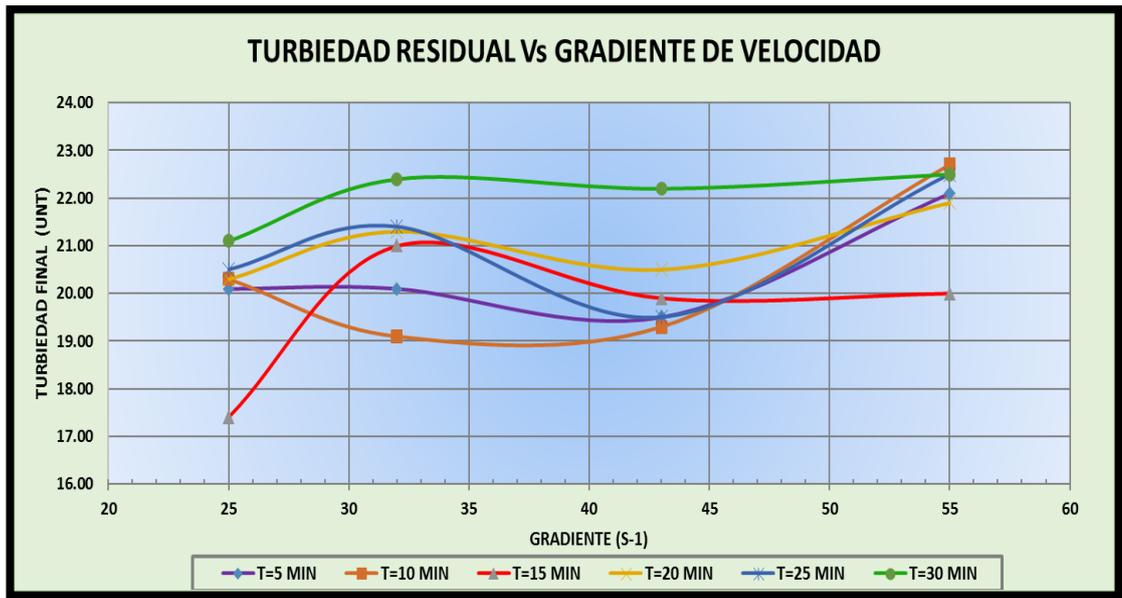
En la tabla N° 17, se presenta los parámetros de floculación que se ha determinado para los gradientes 80, 60, 40 y 20 en los tiempos de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos; para seleccionar los que tienen menor turbiedad.

Grafico N° 10: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación



En el grafico N° 10, se comprueba que la gráfica de tiempo de floculación vs turbiedad residual para poder definir las gradientes optimas de floculación, y se comprueba que las gradientes próximas están entre 60 y 20 s-1

Grafico N° 11: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad

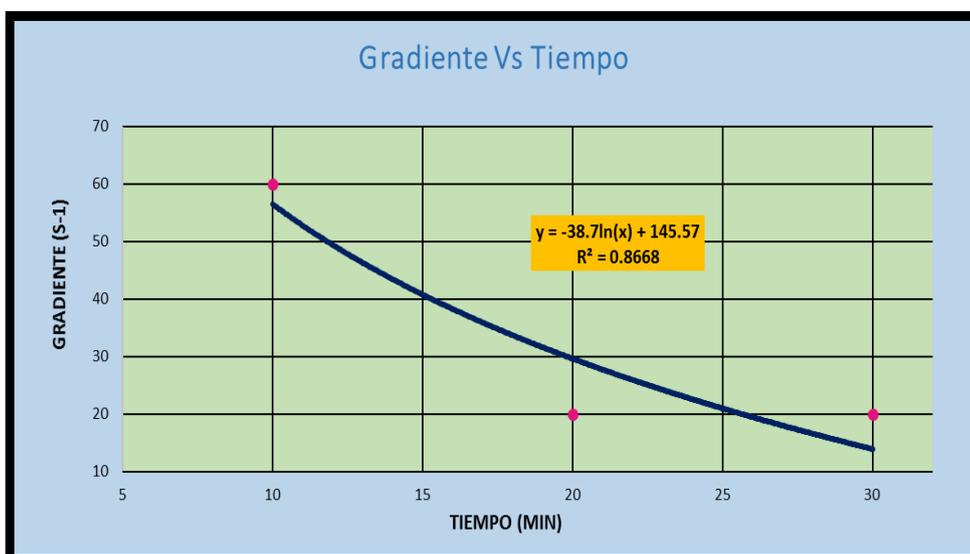


En el siguientes grafica N° 11, se comprueba que las gradientes de floculación determinas son en función a las turbiedades bajas que se ha encontrado para cada tiempo.

Tabla 18: Gradientes y Tiempos Óptimos para el segundo muestreo con Penca

TIEMPO DE FLOCULACION	10	20	30
GRADIENTE	60	20	20

Grafico N° 12: Gradientes VS Tiempos Óptimos



En la siguiente grafica N° 12, se determina la fórmula de Gradiente y tiempo de floculación para poder indicar cuál es la gradiente y tiempo óptimo para el diseño de una Planta Potabilizadora considerando el coagulante natural (penca) como agentes del proceso de potabilización en este segundo muestreo.

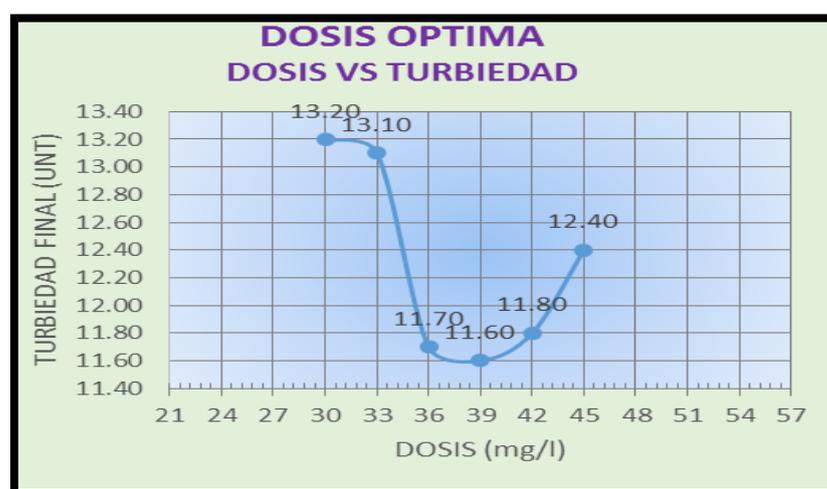
➤ **TERCER MUESTREO**

**a. Determinación de la dosis óptima**

*Tabla 19: Determinación de la Dosis Óptima (penca)*

D o p t i m a	VASO	DOSIS (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	30	1.00	13.20
	2	33	1.10	13.10
	3	36	1.20	11.70
	4	39	1.3	11.60
	5	42	1.40	11.80
	6	45	1.5	12.40

*Grafico N° 13: Dosis vs Turbiedad*



**Interpretación de los resultados:**

- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que con la dosis 39 mg/l del vaso número 4 la turbiedad baja hasta a 11.60 UNT, siendo lo más bajo entre todas las dosis propuestas.

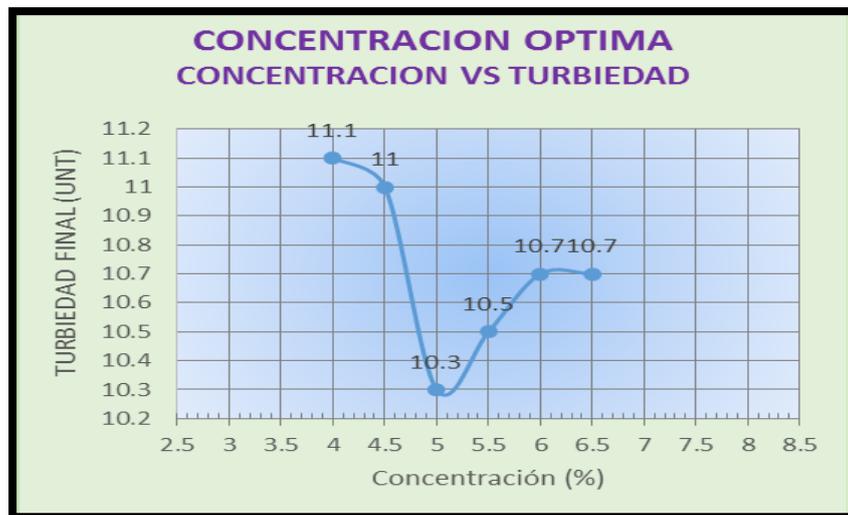
- ✓ Por lo tanto, debemos indicar que la Dosis Optima es 39 mg/l para el tercer muestreo.

**b. Determinación de la concentración óptima.**

*Tabla 20: Determinación de la Concentración Óptima (penca)*

Concentracion Optima	VASO	Conc. (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	4	0.98	11.1
	2	4.5	1.73	11
	3	5	1.56	10.3
	4	5.5	1.42	10.5
	5	6	1.30	10.7
	6	6.5	1.20	10.7

*Grafico N° 14: Concentración vs Turbiedad*



**Interpretación de los resultados:**

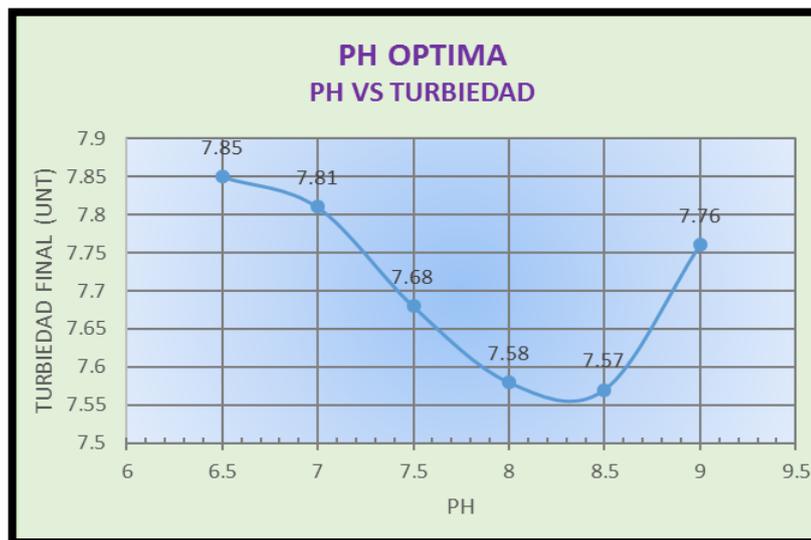
- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que la turbiedad más baja es 10.30 UNT, esto se obtiene de 5 % de concentración.
- ✓ por lo tanto, nuestra Concentración Optima seria 5%.

### c. Determinación del pH óptimo.

Tabla 21: Determinación de la pH Óptima (penca)

PH Optima	VASO	PH	Vrec (ml)	TF
	1	6.5	1.56	7.85
	2	7	1.56	7.81
	3	7.5	1.56	7.68
	4	8	1.56	7.58
	5	8.5	1.56	7.57
	6	9	1.56	7.76

Grafico N° 15: pH vs Turbiedad



#### Interpretación de los resultados:

- ✓ Se observa en la tabla como en el grafico que con pH de 8.50 la turbiedad se reduce hasta 7.57 UNT, siendo el más bajo.
- ✓ por lo que decimos que con una dosis Óptima de 39 mg/l y con 5% de concentración Óptima y con pH 8.50 se obtiene resultados aceptables para la turbiedad.

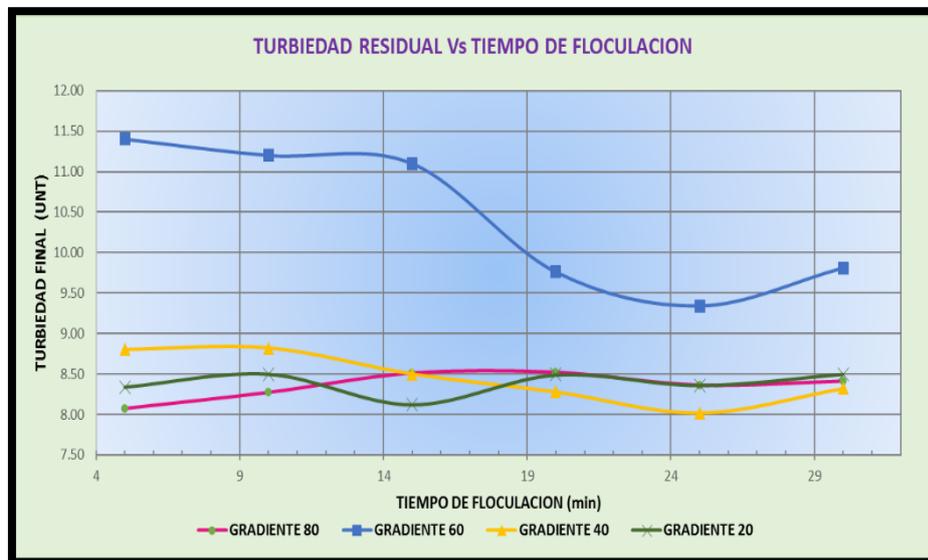
#### d. Parámetros de Floculación

Tabla 22: Parámetros de floculación del tercer muestreo más penca

VASO	1	2	3	4	5	6	
TIEMPO DE FLOCULACION	5	10	15	20	25	30	
Vrec (ml)	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	
Dosis (mg/l)	39	39	39	39	39	39	
Gradiente	V (rpm)	Resultados de Turbiedad					
G = 80 S-1	55	8.07	8.27	8.51	8.52	8.36	8.41
G = 60 S-1	43	11.40	11.20	11.10	9.76	9.34	9.81
G = 40 S-1	32	8.80	8.82	8.50	8.28	8.02	8.32
G = 20 S-1	25	8.34	8.50	8.12	8.49	8.36	8.50

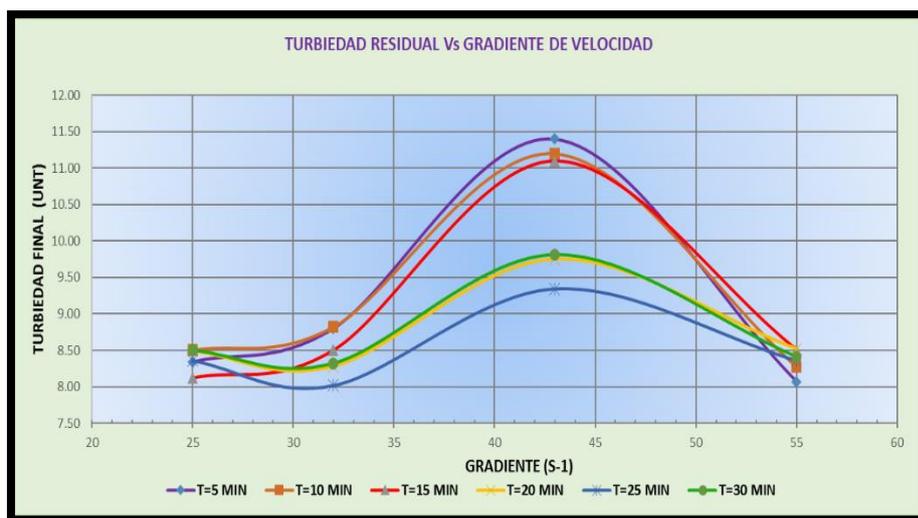
En la tabla N° 22, se presenta los parámetros de floculación que se ha determinado para los gradientes 80, 60, 40 y 20 en los tiempos de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos; para seleccionar los que tienen menor turbiedad.

Grafico N° 16: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación



En el grafico N° 16, se comprueba que la gráfica de tiempo de floculación vs turbiedad residual para poder definir las gradientes optimas de floculación, y se comprueba que las gradientes próximas están entre 80 y 40 s-1

Grafico N° 17: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad

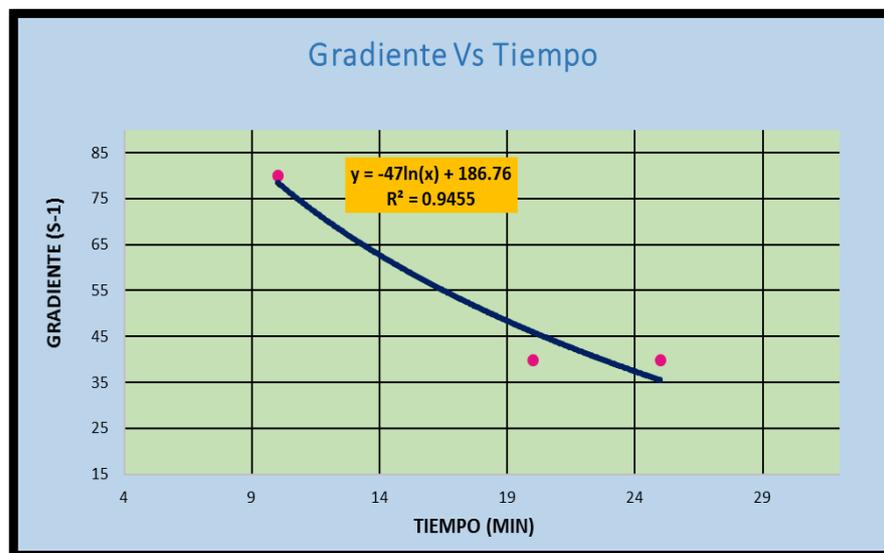


En el siguientes grafica N° 17, se comprueba que las gradientes de floculación determinas son en función a las turbiedades bajas que se ha encontrado para cada tiempo.

Tabla 23: Gradientes y Tiempos Óptimos para el tercer muestreo con Penca

TIEMPO DE FLOCULACION	10	20	25
GRADIENTE	80	40	40

Grafico N° 18: Gradientes VS Tiempos Óptimos



En la siguiente grafica N° 18, se determina la fórmula de Gradiente y tiempo de floculación para poder indicar cuál es la gradiente y tiempo óptimo para el diseño de una Planta Potabilizadora considerando el coagulante natural (penca) como agentes del proceso de potabilización en este tercer muestreo.

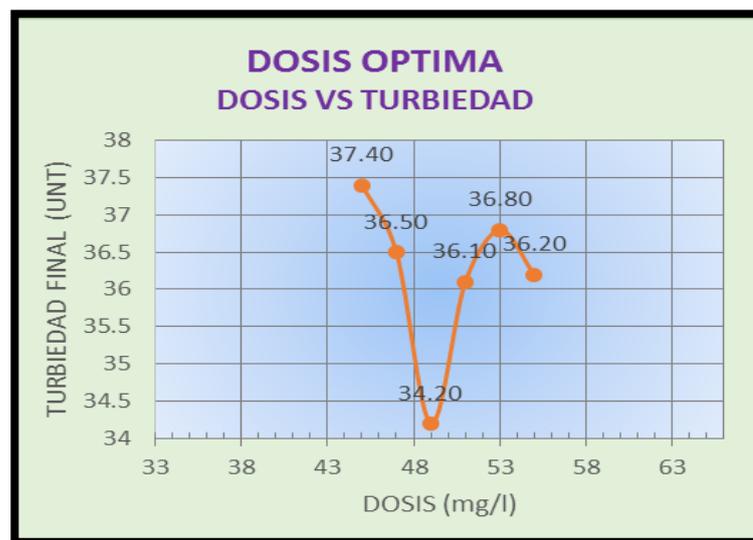
➤ **CUARTO MUESTREO**

**a. Determinación de la dosis óptima**

*Tabla 24: Determinación de la Dosis Óptima (penca)*

D o s i s a	VASO	DOSIS (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	45	1.30	37.40
	2	47	1.30	36.50
	3	49	1.4	34.20
	4	51	1.50	36.10
	5	53	1.50	36.80
	6	55	1.6	36.20

*Grafico N° 19: Dosis VS Turbiedad (penca) cuarto muestreo*



**Interpretación de los resultados:**

- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que con la dosis de 49 mg/l del vaso número 3 la turbiedad baja hasta a 34.20 UNT, siendo lo más bajo entre todas las dosis propuestas.

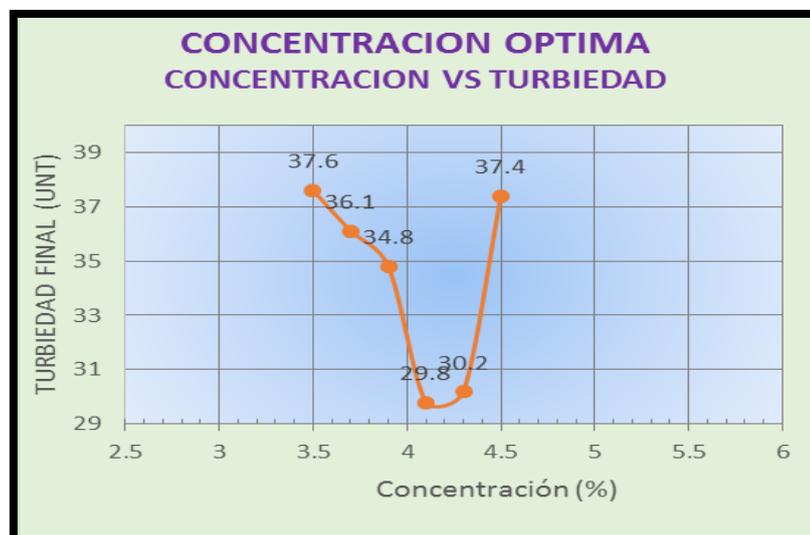
- ✓ Por lo tanto, debemos indicar que la Dosis Óptima es 49 mg/l para el cuarto muestreo.

**b. Determinación de la concentración óptima.**

*Tabla 25: Determinación de la Concentración Óptima (penca)*

Concentracion Optima	VASO	Conc. (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	3.5	2.80	37.6
	2	3.7	2.65	36.1
	3	3.9	2.51	34.8
	4	4.1	2.39	29.8
	5	4.3	2.28	30.2
	6	4.5	2.18	37.4

*Grafico N° 20: Concentración VS Turbiedad cuarto muestreo*



**Interpretación de los resultados:**

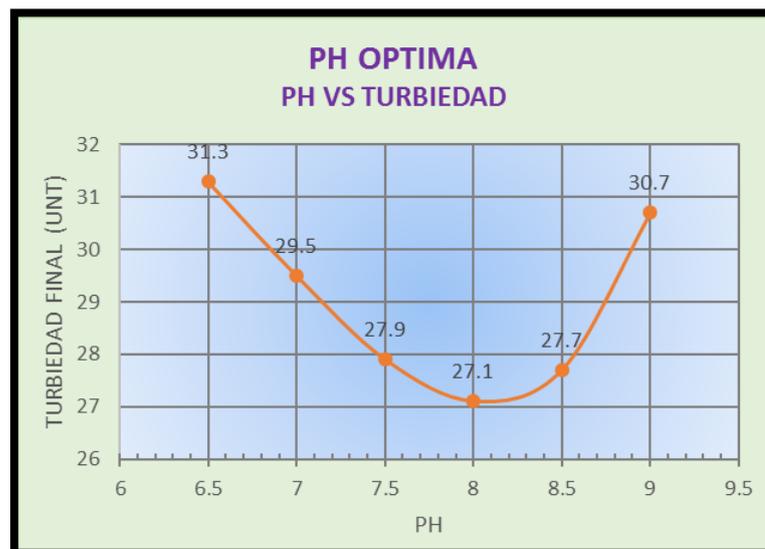
- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que la turbiedad más baja es 29.80 UNT, esto se obtiene de 4.1 % de concentración.
- ✓ por lo tanto, nuestra Concentración Óptima seria 4.1%.

### c. Determinación del pH óptimo.

Tabla 26: Determinación del pH Óptima (penca)

PH Optima	VASO	PH	Vrec (ml)	TF
	1	6.5	2.39	31.3
	2	7	2.39	29.5
	3	7.5	2.39	27.9
	4	8	2.39	27.1
	5	8.5	2.39	27.7
	6	9	2.39	30.7

Grafico N° 21: pH VS Turbiedad (penca) cuarto muestreo



#### Interpretación de los resultados:

- ✓ Se observa en la tabla como en el grafico que con pH de 8.00 la turbiedad se reduce hasta 27.1 UNT, siendo el más bajo.
- ✓ por lo que decimos que con una dosis Óptima de 49 mg/l y con 4.1% de concentración Optima y con pH 8.00 se obtiene resultados aceptables para la remoción de la turbiedad.

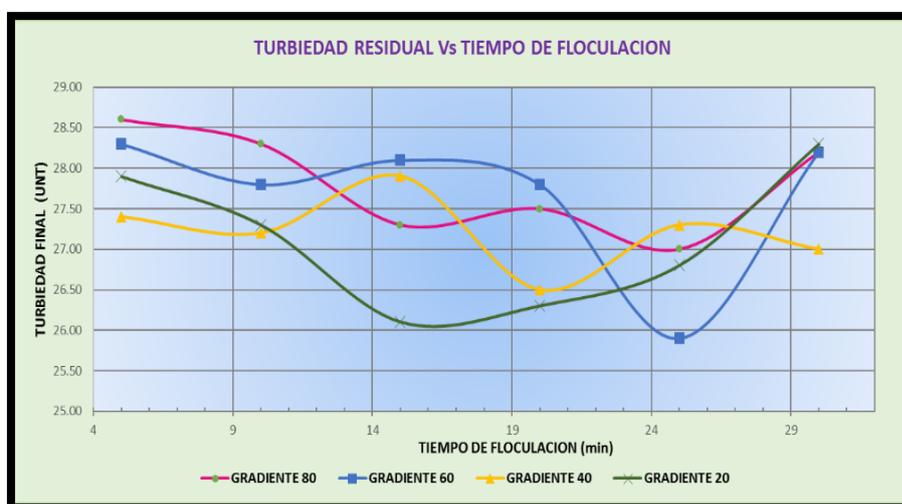
#### d. Parámetros de Floculación

Tabla 27: Parámetros de floculación del cuarto muestreo más penca

VASO		1	2	3	4	5	6
TIEMPO DE FLOCULACION		5	10	15	20	25	30
Vrec (ml)		2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39
Dosis (mg/l)		49	49	49	49	49	49
Gradiente	V (rpm)	Resultados de Turbiedad					
G = 80 S-1	55	28.60	28.30	27.30	27.50	27.00	28.20
G = 60 S-1	43	28.30	27.80	28.10	27.80	25.90	28.20
G = 40 S-1	32	27.40	27.20	27.90	26.50	27.30	27.00
G = 20 S-1	25	27.90	27.30	26.10	26.30	26.80	28.30

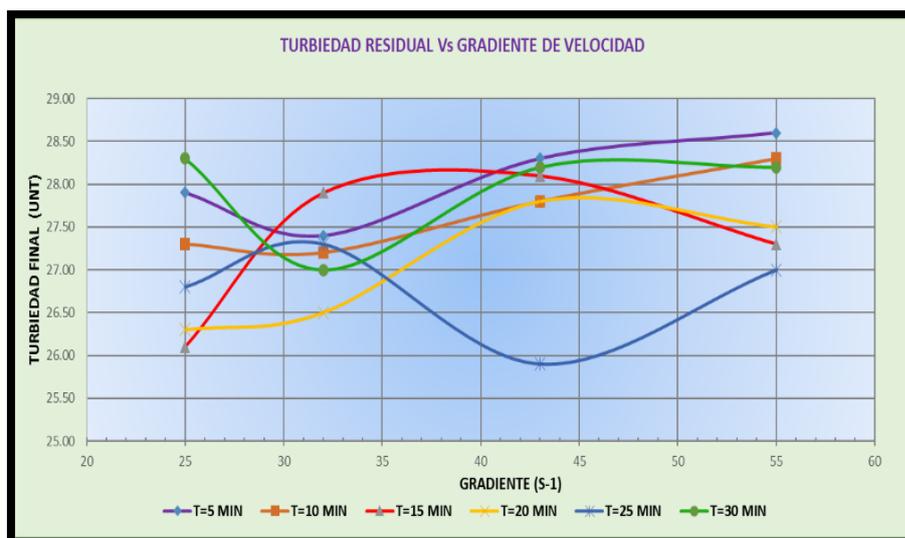
En la tabla N° 27, se presenta los parámetros de floculación que se ha determinado para los gradientes 80, 60, 40 y 20 en los tiempos de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos; para seleccionar los que tienen menor turbiedad para el cuarto muestreo.

Grafico N° 22: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación



En el grafico N° 22, se comprueba que la gráfica de tiempo de floculación vs turbiedad residual para poder definir las gradientes optimas de floculación, y se comprueba que las gradientes próximas están entre 60 y 20 s-1

Grafico N° 23: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad

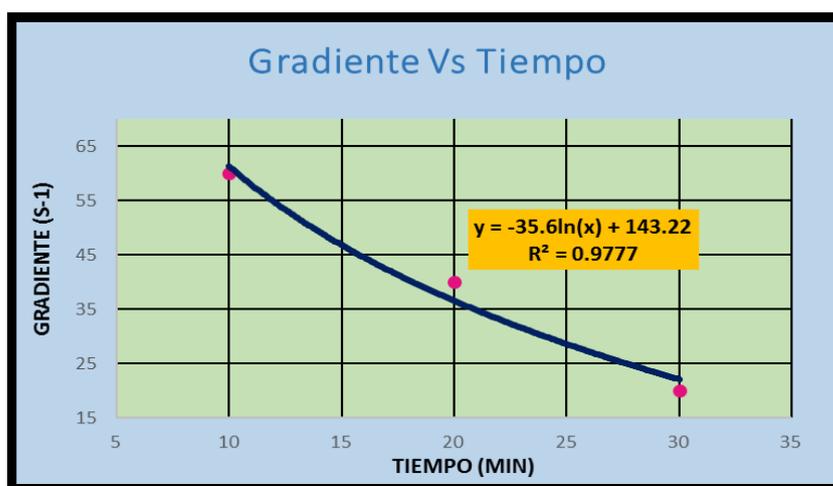


En el siguientes grafica N° 23, se comprueba que las gradientes de floculación determinas son en función a las turbiedades bajas que se ha encontrado para cada tiempo.

Tabla 28: Gradientes y Tiempos Óptimos para el cuarto muestreo con Penca

TIEMPO DE FLOCULACION	10	20	30
GRADIENTE	60	40	20

Grafico N° 24: Gradientes VS Tiempos Óptimos



En la siguiente grafica N° 24, se determina la fórmula de Gradiente y tiempo de floculación para poder indicar cuál es la gradiente y tiempo

óptimo para el diseño de una Planta Potabilizadora considerando el coagulante natural (penca) como agentes del proceso de potabilización en este cuarto muestreo.

### 3.1.2. Resultados del filtro lento modificado

Tabla 29: resultados de los cuatro muestreos con filtro lento.

MUESTRA	PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRAS DE LABORATORIO FINAL		DESPUES DE LA FLOCULACION TEST DE JARRAS	$\Delta\sigma_a$	Área filtro	$\Delta L$	Q	$\Delta t$	$\Delta C$	RESULTADO FINAL DE FILTRACION MODIFICADA $C_{final}$
			Inicial	R-Penca								R-Penca
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO												
MUESTRA 01	Turbiedad	UNT	40.7	8.32	31.9	0.4333	0.0600	0.3000	0.0000083	38.0	24.63	7.27
MUESTRA 02	Turbiedad	UNT	26.2	8.39	24.2	0.4333	0.0600	0.3000	0.0000088	55.0	16.17	8.03
MUESTRA 03	Turbiedad	UNT	13.7	4.3	11.6	0.4333	0.0600	0.3000	0.0000278	32.0	8.78	2.83
MUESTRA 04	Turbiedad	UNT	10.04	4.17	34.0	0.4333	0.0600	0.3000	0.0000089	33.0	26.59	7.41

Se observa en la tabla 29 los resultados medidos después del filtro lento, podemos decir que en el muestreo 03 nuestro resultado se encuentra por debajo de los límites y según los resultados de laboratorio el muestreo 03 y 04 llegó por debajo de los límites; por lo tanto, podemos decir que el coagulante natural Agave Americano es eficiente en la remoción de la turbiedad.

### Comparación de filtro lento modificado con un filtro lento convencional

Según el filtro convencional se caracteriza por ser un sistema sencillo, limpio y a la vez eficiente con un porcentaje promedio de remoción de 90 % en un filtro óptimo. Comparando con los resultados obtenidos de nuestra investigación referido a la filtración lenta modificada tenemos un porcentaje promedio de remoción de turbiedad de 77.21%.

### 3.1.3. Resultados De Análisis De Laboratorio

#### a. Parámetros Generales

Tabla 30: Resultados de Laboratorio de Parámetros Generales.

COD	PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA N°01			MUESTRA N°02			MUESTRA N°03			MUESTRA N°04		
			INICIAL	R1-P	R1-T	INICIAL	R2-P	R2-T	INICIAL	R3-P	R3-T	INICIAL	R4-P	R4-T
<b>FQ</b>	<b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>													
FQ12	Conductividad	µs.cm-1	83.2	89.5	109	88.6	115.9	92.4	96	99.3	112	123.2	128.6	125.7
FQ23	Ph	Unid.PH	7.4	7.44	7.55	7.63	7.78	7.58	8.34	8.18	7.51	6.6	6.94	7.05
FQ28	Solidos Totales Disueltos	mg/l	74	60	64	65	71	61	66	63	75	72	70	74
FQ36	Turbiedad	UNT	40.7	8.32	5.94	26.2	8.39	7.51	13.7	4.3	2.76	10.04	4.17	4.64
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>													
	Aluminio Total	mg/l Al	0.049	<0.020	0.102	0.041	0.091	0.171	0.22	0.072	0.039	-	-	-
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>													
CM01	Bacterias Heterótrofas	UFC/ml	15100	14710	14720	15170	15010	14710	15100	15120	15040	14720	15410	15290
CM04	Coliformes Totales	UFC/ml	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400
CM06	Coliformes Fecales o Termotolerantes	UFC/ml	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600
CM10	Escherichia Coli	UFC/ml	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760

**b. Porcentaje de Remoción de Turbiedad con Agave Americano (penca)**

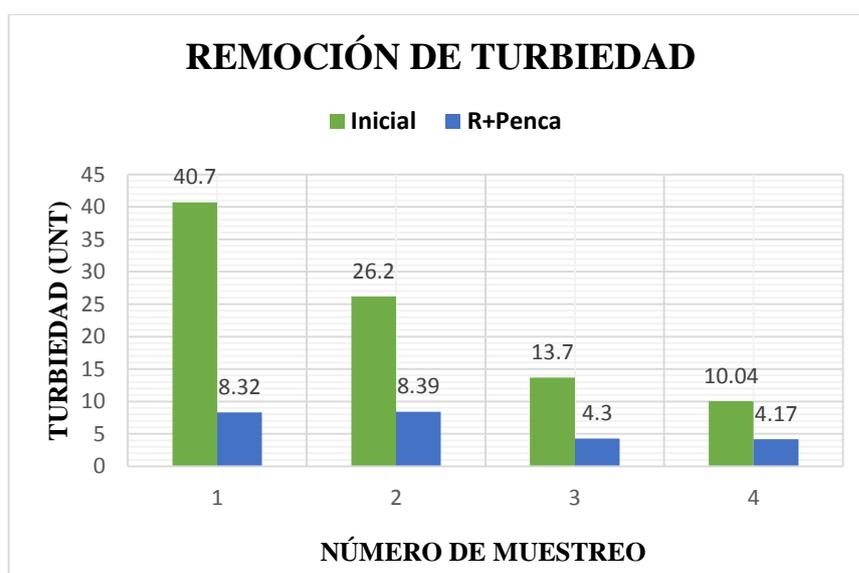
*Tabla 31: Porcentaje de remoción de Turbiedad*

MUESTRA	PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRAS		% REMOCIÓN
			Inicial	R+Penca	R+Penca
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>					
MUESTRA 01	Turbiedad	UNT	40.7	8.32	79.56%
MUESTRA 02	Turbiedad	UNT	26.2	8.39	67.98%
MUESTRA 03	Turbiedad	UNT	13.7	4.3	68.61%
MUESTRA 04	Turbiedad	UNT	10.04	4.17	58.47%

**Fuente: Elaboración Propia**

El Tabla N° 30, se puede observar el porcentaje de remoción de la turbiedad con la ayuda del coagulante natural, remueve considerablemente; el porcentaje de remoción máxima es al 79.56% en la muestra 01 y la mínima es 58.47% en la muestra 04.

*Grafico N° 25: Remoción de Turbiedad*



En el grafico N° 25, se observa el que tuvo la mayor remoción de la turbiedad con la ayuda del coagulante Penca fue la muestra 04 llegando por debajo de los límites Máximos permisibles (5 UNT) y las muestras 01 y 02 no llegaron al límite podríamos decir que esto fue por una mala toma de muestra.

**c. Porcentaje de Remoción de Solidos Totales Disueltos con Agave Americano (penca)**

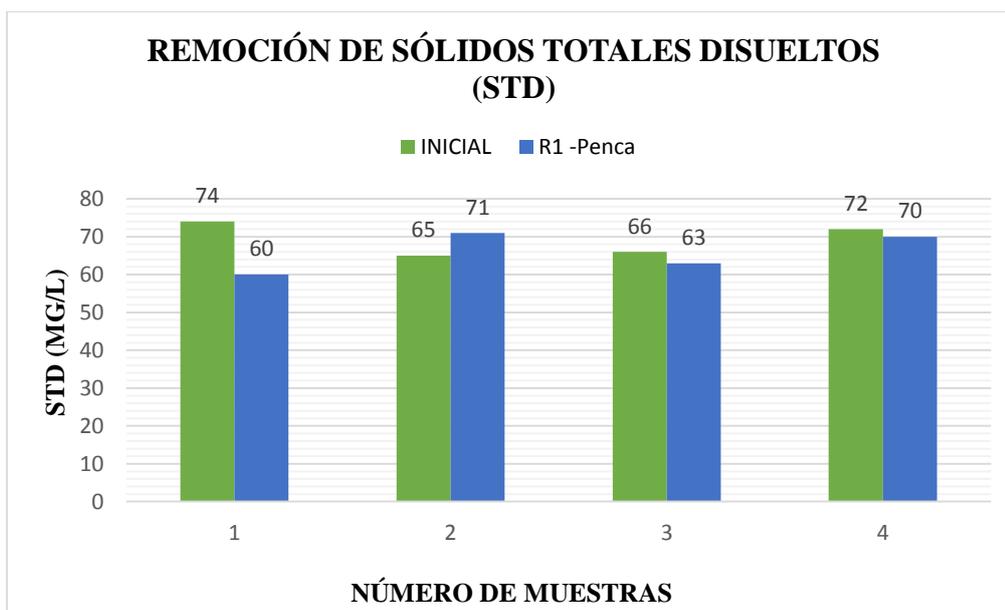
*Tabla 32: Porcentaje de remoción de Sólidos Totales Disueltos*

MUESTRA	PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRAS		% REMOCIÓN
			INICIAL	R1 -Penca	R-Penca
<b>ANÁLISIS FISICOQUIMICO</b>					
MUESTRA 01	Solidos Totales Disueltos	mg/l	74	60	18.92%
MUESTRA 02	Solidos Totales Disueltos	mg/l	65	71	-9.23%
MUESTRA 03	Solidos Totales Disueltos	mg/l	66	63	4.55%
MUESTRA 04	Solidos Totales Disueltos	mg/l	72	70	2.78%

**Fuente: Elaboración Propia**

El Tabla N° 31, se puede observar el porcentaje de remoción de solidos totales disueltos con la ayuda del coagulante natural, tiene una disminución mínima en las muestras 01, 03 y 04; y en la muestra 02 no hay remoción se observa que hay aumento en el parámetro.

Grafico N° 26: Remoción de Sólidos Totales Disueltos



En el grafico N° 26, se observa el que tuvo la mayor remoción de los sólidos totales disueltos con la ayuda del coagulante Penca fue la muestra 01, podemos ver que en la muestra 01, 03 y 04 disminuye y aumenta en la muestra 02.

Comparando con los Límites Máximos Permisible los datos se encuentran por debajo del límite (1000 mg/l)

### 3.1.4. Resultado Del Análisis Estadístico De Agave Americano (Penca).

#### 1. HIPOTESIS PLANTEADA PARA LA TURBIEDAD.

Hi: El Agave Americano (penca) como coagulante si es eficiente para la remoción de turbiedad, en el rio Chucchun, Provincia de Carhuaz, Ancash-2016, con un nivel de confianza de 90%.

$$\mathbf{Hi: X1 \neq X2}$$

Ho: El Agave Americano (penca) como coagulante no es eficiente para la remoción de turbiedad, en el rio Chucchun, Provincia de Carhuaz, Ancash-2016, con un nivel de confianza de 90%.

$$\mathbf{Ho: X1 = X2}$$

**Nivel de probabilidad:  $\alpha = 0.1$**

Tabla 33: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

<i>Prueba T Student</i>	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	22.66	6.30
Varianza	192.51	5.66
Observaciones	4.00	4
Coefficiente de correlación de Pearson	0.89	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	3.00	
Estadístico t	2.78	
P(T<=t) una cola	0.03	
Valor crítico de t (una cola)	1.64	
P(T<=t) dos colas	0.07	
Valor crítico de t (dos colas)	2.35	

### CRITERIO PARA DETERMINAR NORMALIDAD

**P-valor <  $\alpha$  Aceptar  $H_1$** , Los datos no provienen de una distribución normal

**P-valor = >  $\alpha$  Aceptar  $H_0$** , Los datos provienen de una distribución normal

### DECISIÓN ESTADÍSTICA.

Si la probabilidad obtenida P-valor  $\leq \alpha$ , rechazamos la hipótesis nula  $H_0$

Si la probabilidad obtenida P-valor  $> \alpha$ , mantenemos la hipótesis nula  $H_0$

### INTERPRETACION DE RESULTADOS

- Tenemos P – valor= 0.07 que es menor al nivel de probabilidad  $\alpha=0.10$  por lo tanto los datos no provienen de una distribución normal.
- Como el P- valor (0.07) es menor al Nivel de Probabilidad (0.10) la hipótesis nula es rechazada puede cumplir con la validación estadística para eso se compara el t.
- El estadístico t (2.78) es mayor al Valor Critico de t (dos colas) (2.35), entonces aceptamos la hipótesis alterna señalando que existen diferencia estadísticamente significativas entre las medias de los dos análisis (inicial- final).

## 2. HIPOTESIS PLANTEADA PARA LA SOLIDOS TOTALES DISUELTOS.

Hi: El Agave Americano (penca) como coagulante si es eficiente para la remoción de solidos totales disueltos, en el rio Chucchun, Provincia de Carhuaz, Ancash-2016, con un nivel de confianza de 90%.

$$H_i: X_1 \neq X_2$$

Ho: El Agave Americano (penca) como coagulante no es eficiente para la remoción de solidos totales disueltos, en el rio Chucchun, Provincia de Carhuaz, Ancash-2016, con un nivel de confianza de 90%.

$$H_o: X_1 = X_2$$

**Nivel de probabilidad:  $\alpha = 0.1$**

*Tabla 34: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas*

<i>Prueba T Student</i>	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	69.25	66.00
Varianza	19.58	28.67
Observaciones	4.00	4
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.41	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	3.00	
Estadístico t	0.79	
P(T<=t) una cola	0.24	
Valor crítico de t (una cola)	1.64	
P(T<=t) dos colas	0.49	
Valor crítico de t (dos colas)	2.35	

## **CRITERIO PARA DETERMINAR NORMALIDAD**

**P-valor <  $\alpha$  Aceptar  $H_1$** , Los datos no provienen de una distribución normal

**P-valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$** , Los datos provienen de una distribución normal

## **DECISIÓN ESTADÍSTICA.**

Si la probabilidad obtenida P-valor  $\leq \alpha$ , rechazamos la hipótesis nula  $H_0$

Si la probabilidad obtenida P-valor  $> \alpha$ , mantenemos la hipótesis nula  $H_0$

## **INTERPRETACION DE RESULTADOS**

- Tenemos P-valor = 0.49 que es menor al nivel de probabilidad  $\alpha=0.10$  por lo tanto los datos no provienen de una distribución normal.
- Como el P-valor (0.49) es menor al Nivel de Probabilidad (0.10) la hipótesis nula puede ser aceptada si se valida el análisis con el criterio.
- El estadístico t (0.79) es menor al Valor Critico de t (dos colas) (2.35), entonces aceptamos la hipótesis alterna señalando que no existen diferencia estadísticamente significativas entre las medias de los dos análisis (inicial-final).

### 3.2. RESULTADOS DEL COAGULANTE NATURAL HARINA DE TRITICUM VULGARE (TRIGO)

#### 3.2.1. Resultados Del Proceso De Extracción

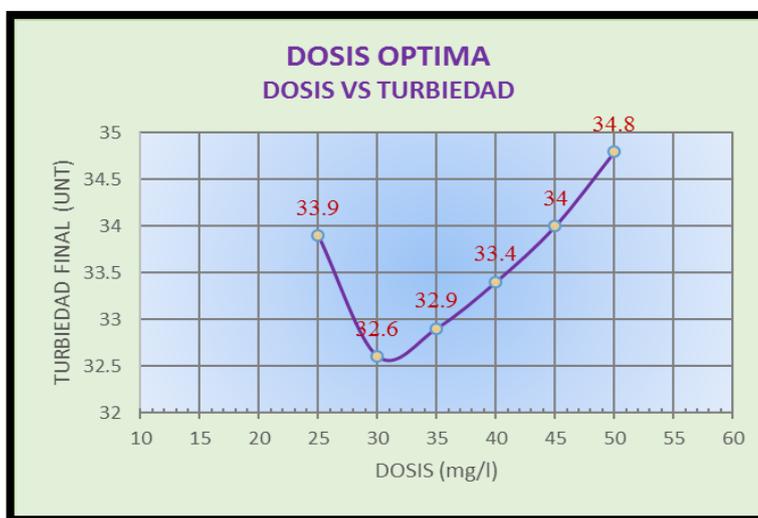
##### ➤ PRIMER MUESTRO

##### a. Determinación de la dosis óptima

Tabla 35: Determinación de la Dosis Óptima (Trigo)

D o s i s a	VASO	DOSIS (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	25	1.25	33.9
	2	30	1.5	32.6
	3	35	1.75	32.9
	4	40	2.00	33.4
	5	45	2.25	34
	6	50	2.50	34.8

Grafico N° 27: Dosis VS Turbiedad (Trigo) primer muestreo



#### Interpretación de los resultados:

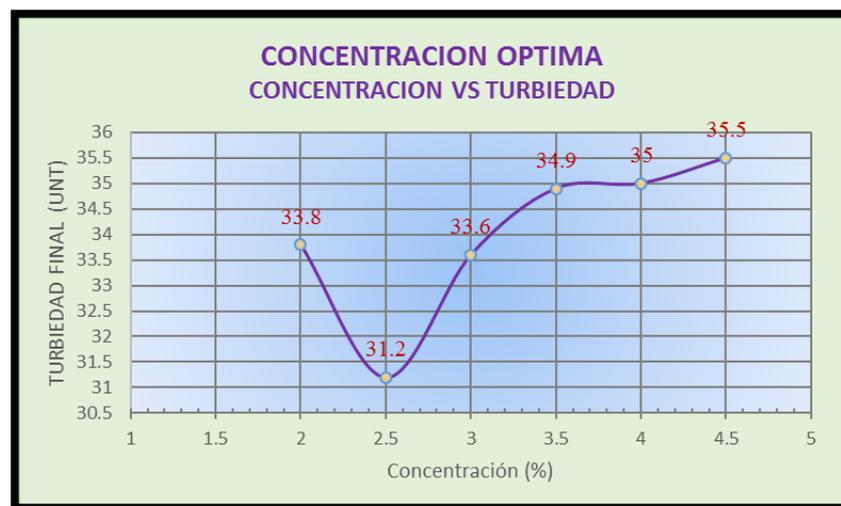
- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que el parámetro turbidez baja hasta 32.60 UNT con la dosis de 30 mg/l del vaso número 2.
- ✓ Por lo tanto, debemos indicar que la Dosis Óptima del coagulante natural Triticum Vulgare es 30 mg/l para el primer muestreo.

**b. Determinación de la concentración óptima.**

*Tabla 36: Determinación de la Concentración Óptima (Trigo)*

Concentracion Optima	VASO	Conc. (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	2	3.00	33.8
	2	2.5	2.4	31.2
	3	3	2.00	33.6
	4	3.5	1.71	34.9
	5	4	1.50	35
	6	4.5	1.33	35.5

*Grafico N° 28: Concentración VS Turbiedad (trigo) primer muestreo*



**Interpretación de los resultados:**

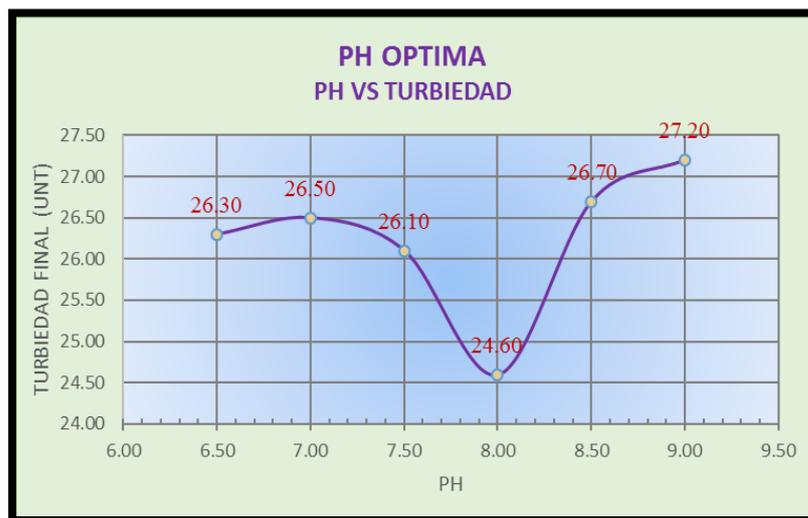
- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que el parámetro turbiedad más baja es 31.20 UNT, esto se obtiene de 2.5 % de concentración.
- ✓ por lo tanto, nuestra Concentración Óptima para el primer muestreo sería 2.5%.

### c. Determinación del pH óptimo.

Tabla 37: Determinación de pH Óptima (trigo)

PH Optima	VASO	PH	Vrec (ml)	TF
	1	6.50	2.40	26.30
	2	7.00	2.40	26.50
	3	7.50	2.40	26.10
	4	8.00	2.40	24.60
	5	8.50	2.40	26.70
	6	9.00	2.40	27.20

Grafico N° 29: pH VS Turbiedad (trigo) primer muestreo



#### Interpretación de los resultados:

- ✓ Se observa en la tabla como en el grafico que con pH de 8.00 la turbiedad se reduce hasta 24.60 UNT, siendo el más bajo.
- ✓ por lo que decimos que con una dosis Óptima de 30 mg/l y con 2.5% de concentración Optima y con pH 8.00 se obtiene resultados aceptables para la remoción de la turbiedad.

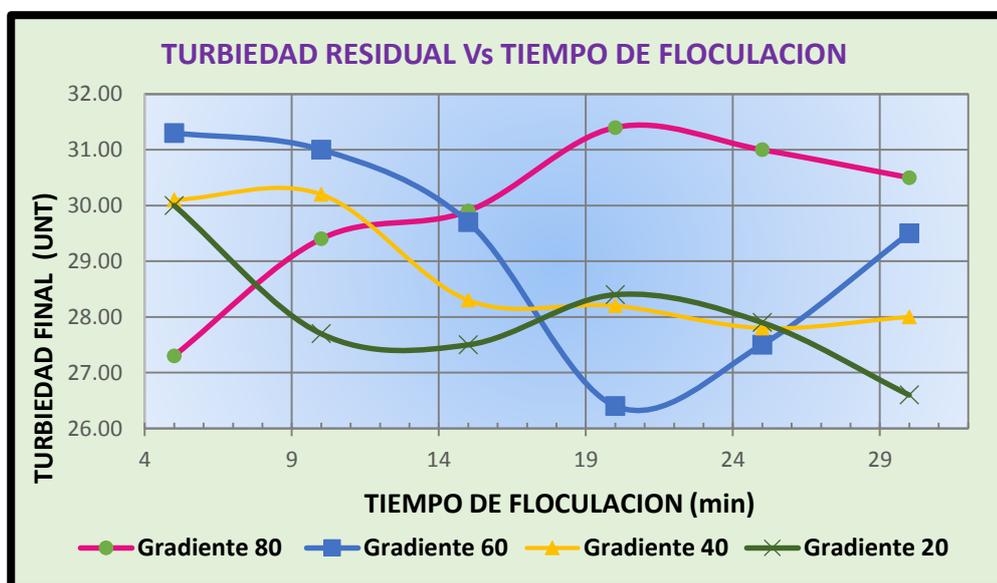
#### d. Parámetros de Floculación

Tabla 38: Parámetros de floculación del cuarto muestreo más trigo

VASO		1	2	3	4	5	6
TIEMPO DE FLOCULACION		5	10	15	20	25	30
Vrec (ml)		2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
Dosis (mg/l)		30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Gradiente	V (rpm)	Resultados de Turbiedad					
G = 80 S-1	55	27.30	29.40	29.90	31.40	31.00	30.50
G = 60 S-1	43	31.30	31.00	29.70	26.40	27.50	29.50
G = 40 S-1	32	30.10	30.20	28.30	28.20	27.80	28.00
G = 20 S-1	25	30.00	27.70	27.50	28.40	27.90	26.60

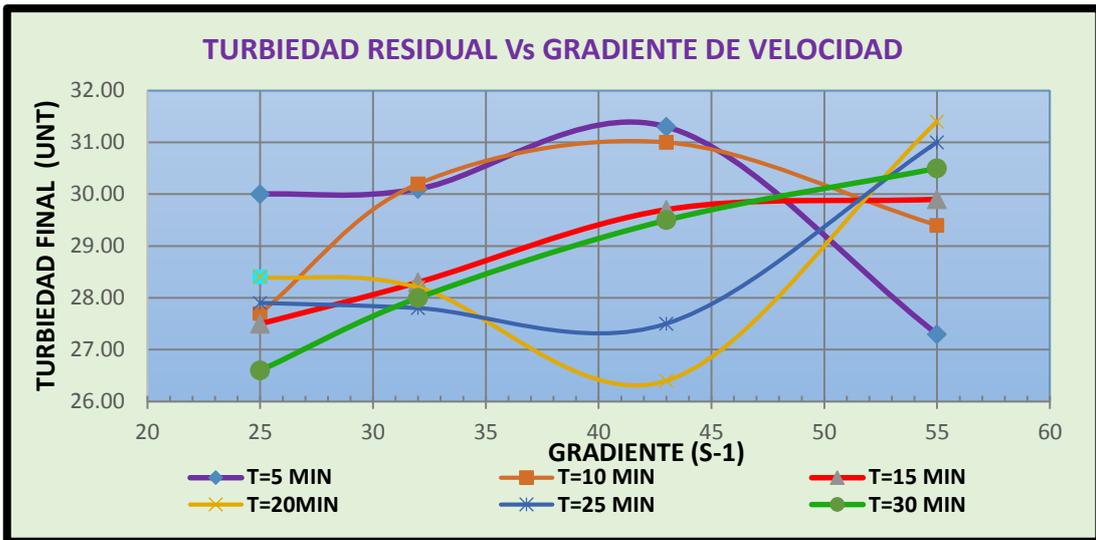
En la tabla N° 36, se presenta los parámetros de floculación que se ha determinado para los gradientes 80, 60, 40 y 20 en los tiempos de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos; para seleccionar los que tienen menor turbiedad.

Grafico N° 30: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación



En el grafico N° 30, se comprueba que la gráfica de tiempo de floculación vs turbiedad residual para poder definir las gradientes optimas de floculación, y se comprueba que las gradientes próximas están entre 80 y 20 s-1

Grafico N° 31: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad



En el siguientes grafica N° 31, se comprueba que las gradientes de floculación determinas son en función a las turbiedades bajas que se ha encontrado para cada tiempo.

Tabla 39: Gradientes y Tiempos Óptimos para el cuarto muestreo con Trigo

TIEMPO DE FLOCULACION	5	25	30
GRADIENTE	80	40	20

Grafico N° 32: Gradientes VS Tiempos Óptimos



En la siguiente grafica N° 32, se determina la fórmula de Gradiente y tiempo de floculación para poder indicar cuál es la gradiente y tiempo óptimo para el diseño

de una Planta Potabilizadora considerando el coagulante natural (trigo) como agentes del proceso de potabilización en este primer muestreo.

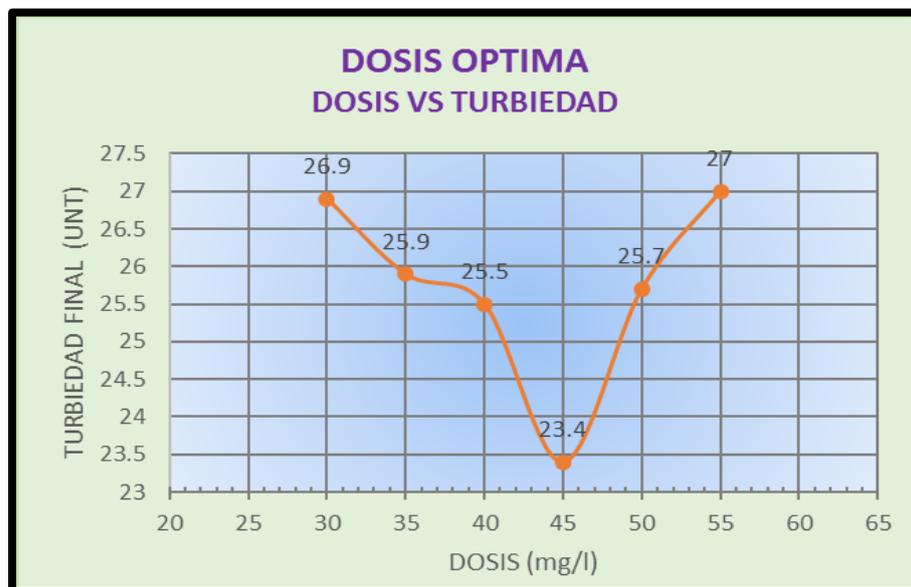
➤ **SEGUNDO MUESTREO**

**a. Determinación de la dosis óptima**

*Tabla 40: Determinación de Dosis Óptima (trigo)*

D o s i s a	VASO	DOSIS (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	30	1.2	26.9
	2	35	1.4	25.9
	3	40	1.6	25.5
	4	45	1.8	23.4
	5	50	2	25.7
	6	55	2.2	27

*Grafico N° 33: Dosis VS Turbiedad (trigo) segundo muestreo*



**Interpretación de los resultados:**

- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que el parámetro turbidez baja hasta 23.40 UNT con la dosis de 45 mg/l del vaso número 4.

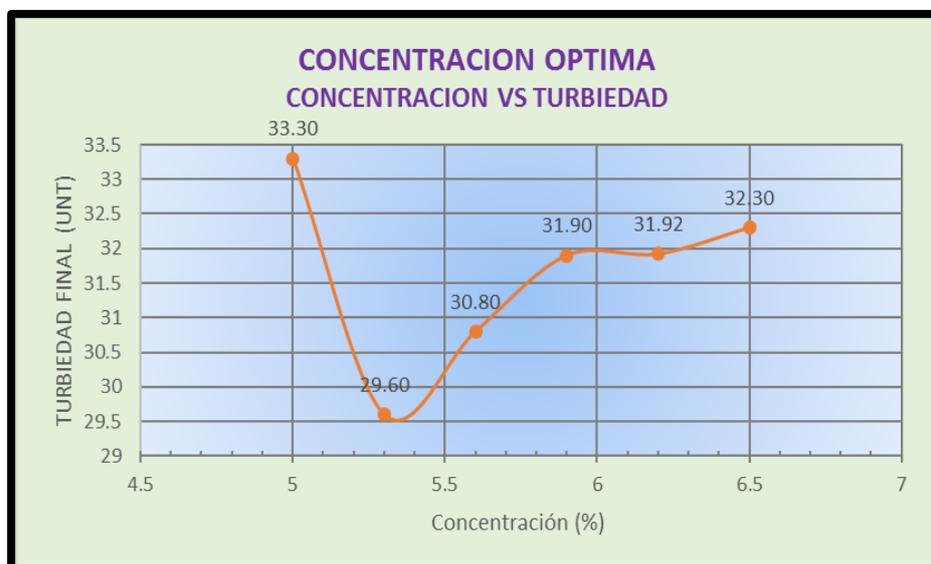
- ✓ Por lo tanto, debemos indicar que la Dosis Óptima del coagulante natural *Triticum Vulgare* es 45 mg/l para el segundo muestreo.

**b. Determinación de la concentración óptima.**

*Tabla 41: Determinación de Concentración Óptima (trigo)*

Concentracion Optima	VASO	Conc. (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	5	1.80	33.30
	2	5.3	1.70	29.60
	3	5.6	1.61	30.80
	4	5.9	1.53	31.90
	5	6.2	1.45	31.92
	6	6.5	1.38	32.30

*Grafico N° 34: Concentración VS Turbiedad (trigo) segundo muestreo*



**Interpretación de los resultados:**

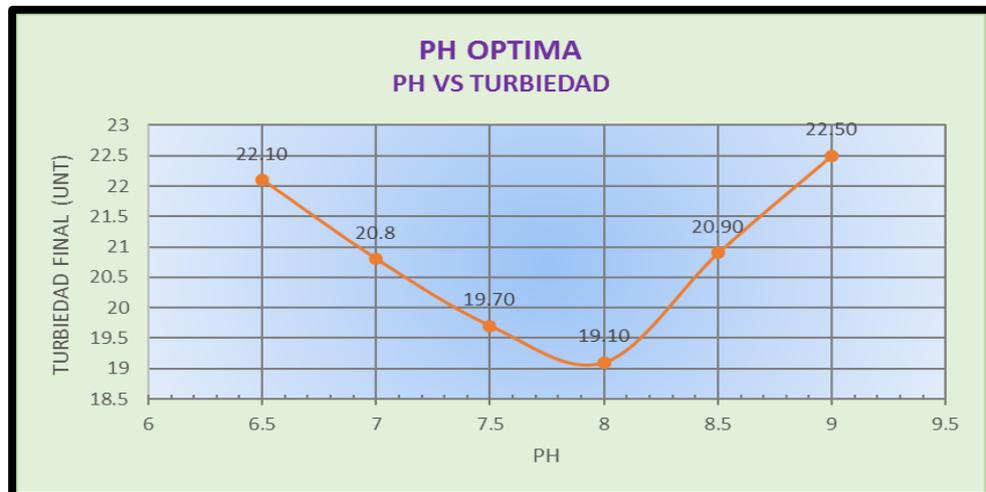
- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que el parámetro turbiedad más baja es 29.60 UNT, esto se obtiene del 5.3 % de concentración.
- ✓ por lo tanto, nuestra Concentración Óptima para el segundo muestreo seria 5.3%.

**c. Determinación del pH óptimo.**

Tabla 42: Determinación de pH Óptima (trigo)

PH Optima	VASO	PH	Vrec (ml)	TF
	1	6.5	1.70	22.10
	2	7	1.70	20.8
	3	7.5	1.70	19.70
	4	8	1.70	19.10
	5	8.5	1.70	20.90
	6	9	1.70	22.50

Grafico N° 35: pH VS Turbiedad (trigo) segundo muestreo



**Interpretación de los resultados:**

- ✓ Se observa en la tabla como en el grafico que con pH de 8.00 la turbiedad se reduce hasta 19.10 UNT, siendo el más bajo.
- ✓ Por lo que decimos que con una dosis Óptima de 45 mg/l y con 5.3% de concentración Optima y con pH 8.00 se obtiene resultados aceptables para la remoción de la turbiedad.

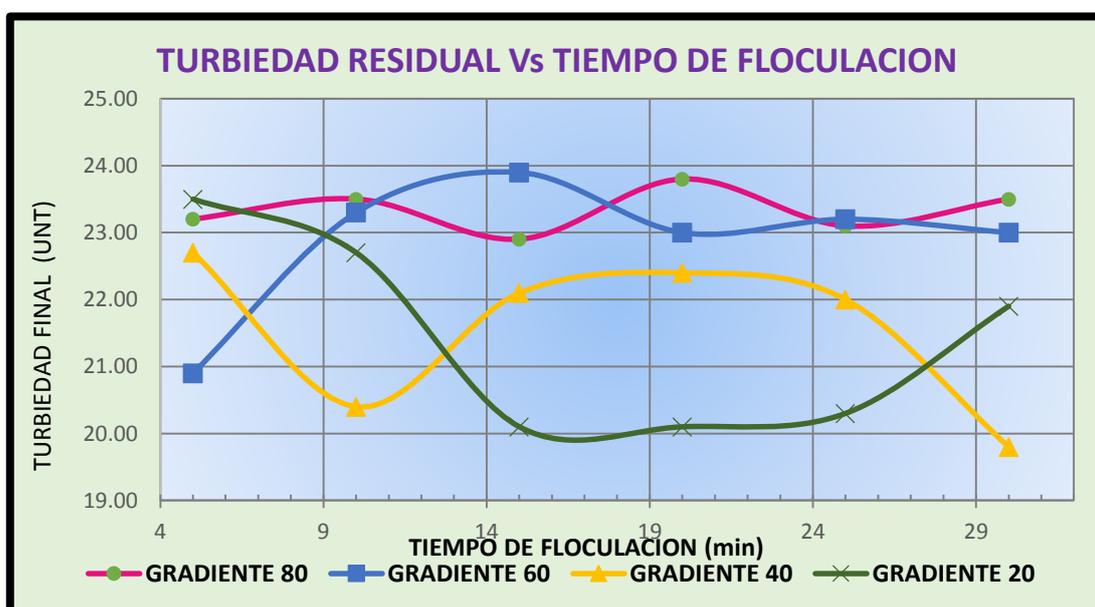
#### d. Parámetros de Floculación

Tabla 43: Parámetros de floculación del cuarto muestreo más trigo

VASO		1	2	3	4	5	6
TIEMPO DE FLOCULACION		5	10	15	20	25	30
Vrec (ml)		1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
Dosis (mg/l)		45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Gradiente	V (rpm)	Resultados de Turbiedad					
G = 80 S-1	55	23.20	23.50	22.90	23.80	23.10	23.50
G = 60 S-1	43	20.90	23.30	23.90	23.00	23.20	23.00
G = 40 S-1	32	22.70	20.40	22.10	22.40	22.00	19.80
G = 20 S-1	25	23.50	22.70	20.10	20.10	20.30	21.90

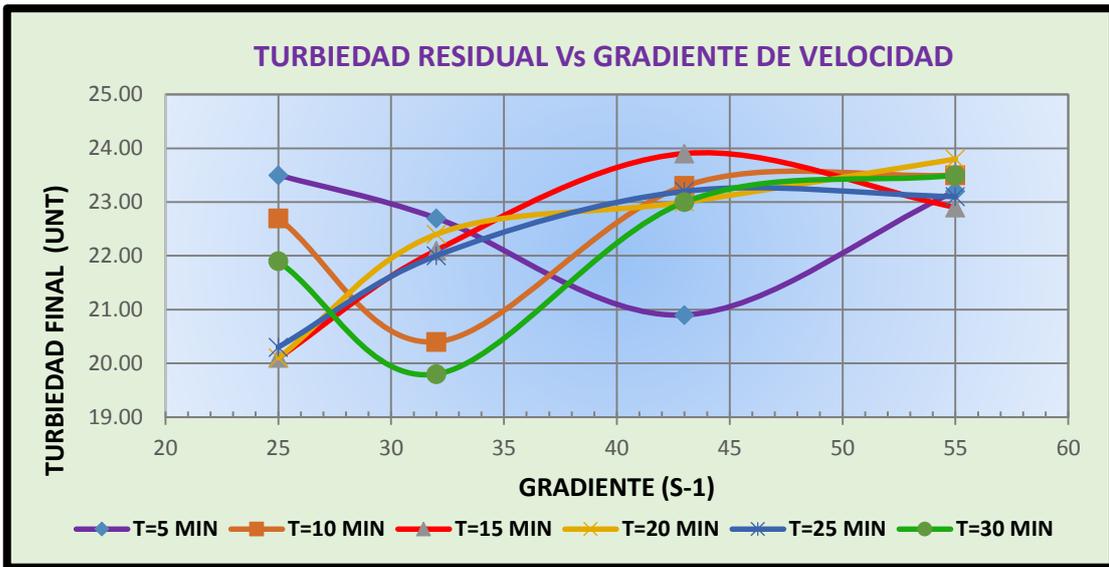
En la tabla N° 42, se presenta los parámetros de floculación que se ha determinado para los gradientes 80, 60, 40 y 20 en los tiempos de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos; para seleccionar los que tienen menor turbiedad.

Grafico N° 36: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación



En el grafico N° 36, se comprueba que la gráfica de tiempo de floculación vs turbiedad residual para poder definir las gradientes optimas de floculación, y se comprueba que las gradientes próximas están entre 80 y 20 s-1

Grafico N° 37: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad

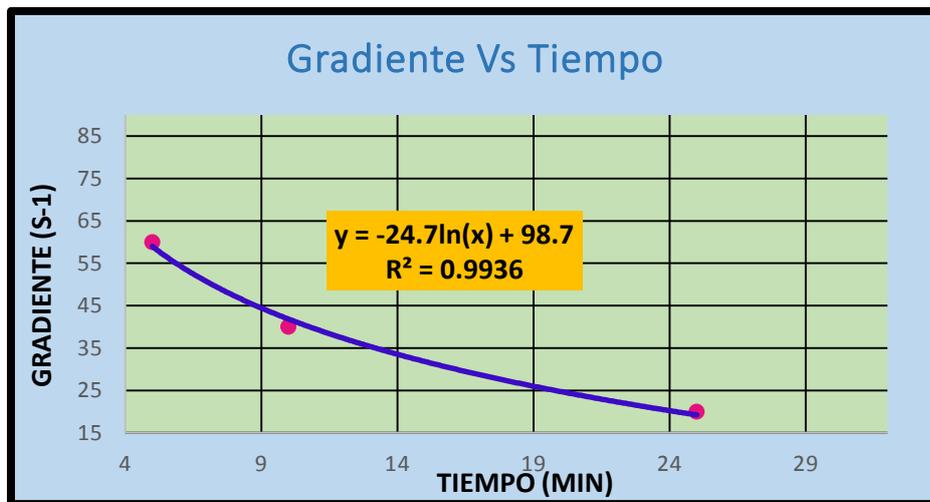


En el siguientes grafica N° 37, se comprueba que las gradientes de floculación determinas son en función a las turbiedades bajas que se ha encontrado para cada tiempo.

Tabla 44: Gradientes y Tiempos Óptimos para el cuarto muestreo con Trigo

TIEMPO DE FLOCULACION	5	10	25
GRADIENTE	80	60	20

Grafico N° 38: Gradientes VS Tiempos Óptimos



En la siguiente grafica N° 38, se determina la fórmula de Gradiente y tiempo de floculación para poder indicar cuál es la gradiente y tiempo óptimo para el

diseño de una Planta Potabilizadora considerando el coagulante natural (trigo) como agentes del proceso de potabilización en este segundo muestreo.

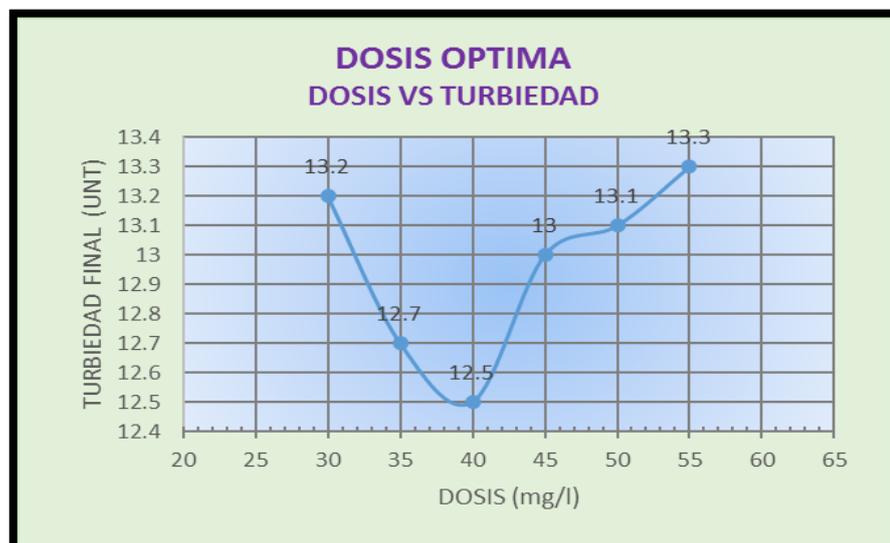
➤ **TERCER MUESTREO**

**a. Determinación de la dosis óptima**

*Tabla 45: Determinación de Dosis Óptima (trigo)*

D o s i s a	VASO	DOSIS (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	30	1.00	13.2
	2	35	1.17	12.7
	3	40	1.33	12.5
	4	45	1.50	13
	5	50	1.67	13.1
	6	55	1.83	13.3

*Grafico N° 39: Dosis vs Turbiedad*



**Interpretación de los resultados:**

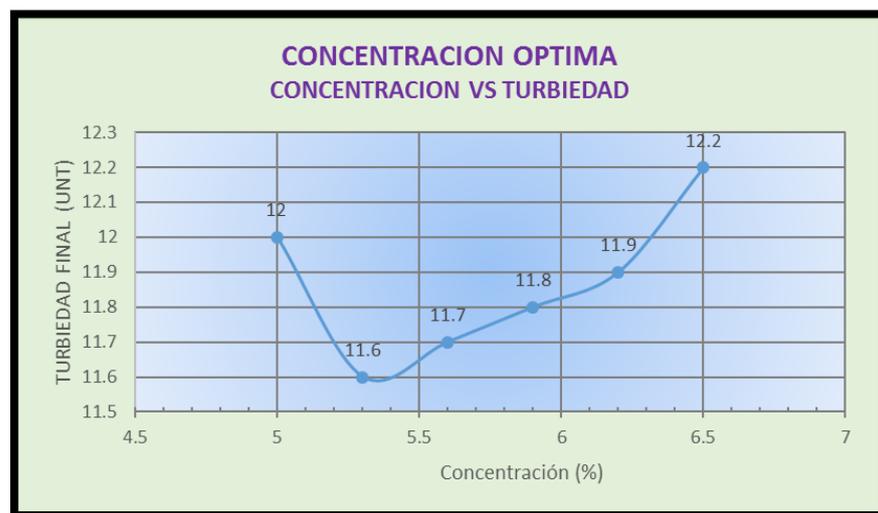
- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que el parámetro turbidez baja hasta 12.50 UNT con la dosis de 40 mg/l del vaso número 3.
- ✓ Por lo tanto, debemos indicar que la Dosis Óptima del coagulante natural *Triticum Vulgare* es 40 mg/l para el tercer muestreo.

**b. Determinación de la concentración óptima.**

*Tabla 46: Determinación de Concentración Óptima (trigo)*

Concentracion Optima	VASO	Conc. (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	5	1.60	12
	2	5.3	1.51	11.6
	3	5.6	1.43	11.7
	4	5.9	1.36	11.8
	5	6.2	1.29	11.9
	6	6.5	1.23	12.2

*Grafico N° 40: Concentración vs Turbiedad*



**Interpretación de los resultados:**

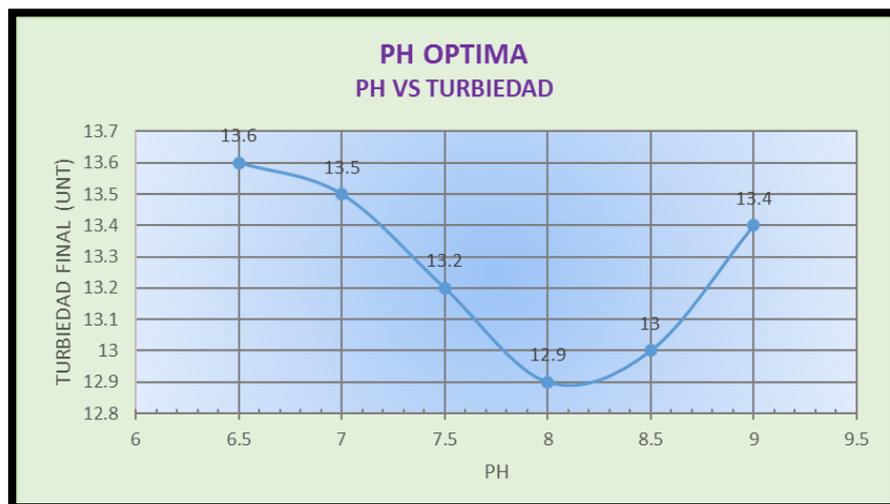
- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que el parámetro turbiedad más baja es 11.6 UNT, esto se obtiene del 5.3 % de concentración.
- ✓ por lo tanto, nuestra Concentración Óptima para el tercer muestreo seria 5.3%.

### c. Determinación del pH óptimo.

Tabla 47: Determinación de pH Óptima (trigo)

PH Optima	VASO	PH	Vrec (ml)	TF
	1	6.5	1.51	13.6
	2	7	1.51	13.5
	3	7.5	1.51	13.2
	4	8	1.51	12.9
	5	8.5	1.51	13
	6	9	1.51	13.4

Grafico N° 41: pH vs Turbiedad



#### Interpretación de los resultados:

- ✓ Se observa en la tabla como en el grafico que con pH de 8.00 la turbiedad se reduce hasta 12.90 UNT, siendo el más bajo.
- ✓ Por lo que decimos que con una dosis Óptima de 40 mg/l y con 5.3% de concentración Óptima y con pH 8.00 se obtiene resultados aceptables para la remoción de la turbiedad.

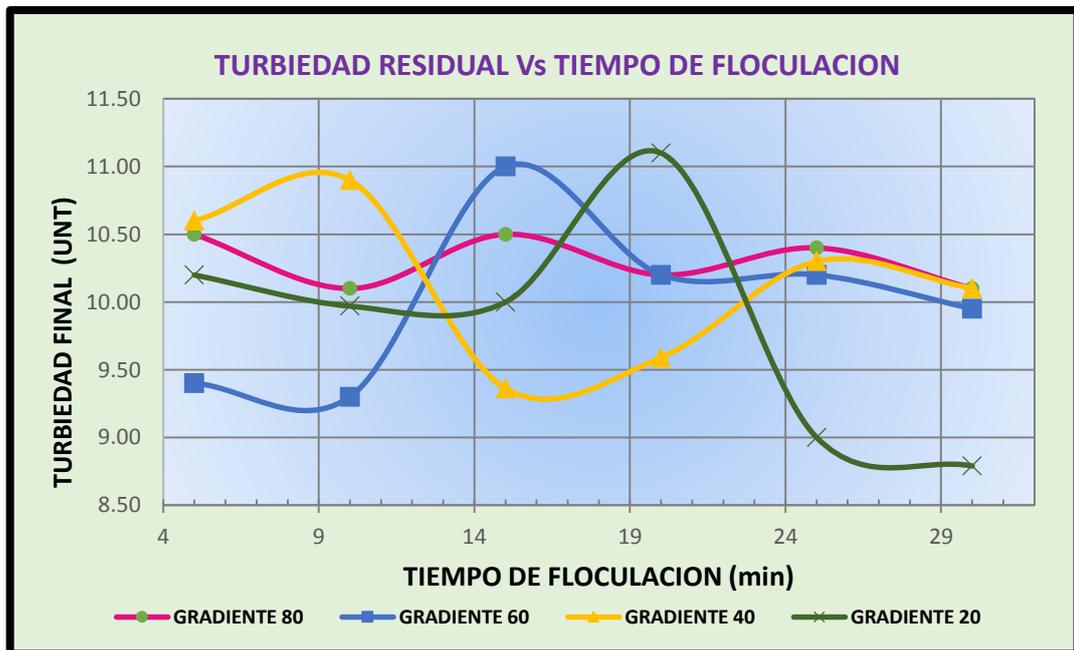
#### d. Parámetros de Floculación

Tabla 48: Parámetros de floculación del cuarto muestreo más trigo

VASO		1	2	3	4	5	6
TIEMPO DE FLOCULACION		5	10	15	20	25	30
Vrec (ml)		1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
Dosis (mg/l)		40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Gradiente	V (rpm)	Resultados de Turbiedad					
G = 80 S-1	55	10.50	10.10	10.50	10.20	10.40	10.10
G = 60 S-1	43	9.40	9.30	11.00	10.20	10.20	9.95
G = 40 S-1	32	10.60	10.90	9.36	9.59	10.30	10.10
G = 20 S-1	25	10.20	9.97	10.00	11.10	9.00	8.79

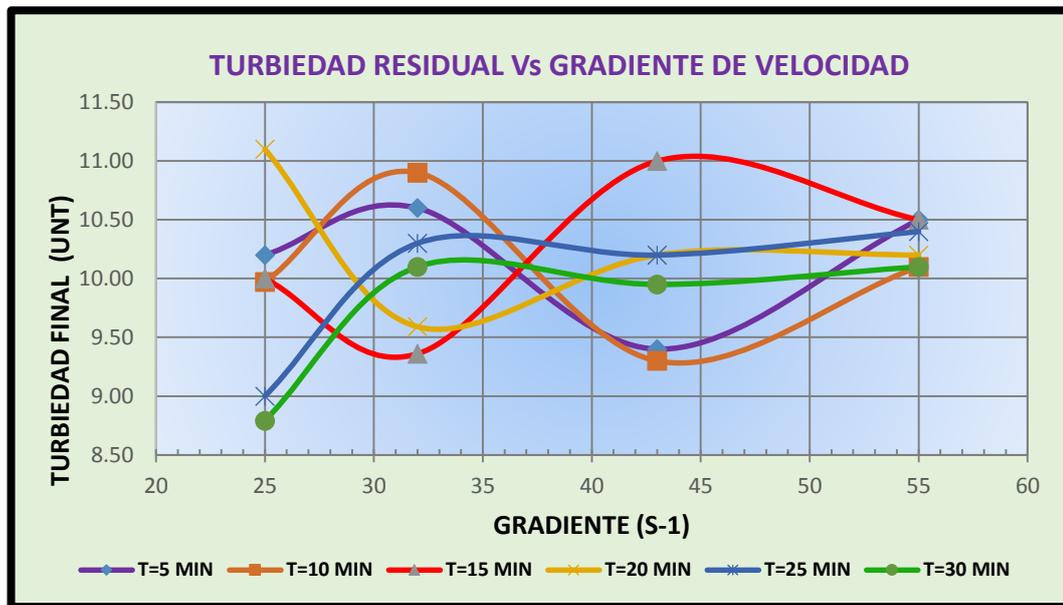
En la tabla N° 47, se presenta los parámetros de floculación que se ha determinado para los gradientes 80, 60, 40 y 20 en los tiempos de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos; para seleccionar los que tienen menor turbiedad.

Grafico N° 42: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación.



En el grafico N° 42, se comprueba que la gráfica de tiempo de floculación vs turbiedad residual para poder definir las gradientes optimas de floculación, y se comprueba que las gradientes próximas están entre 60 y 20 s-1

Grafico N° 43: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad

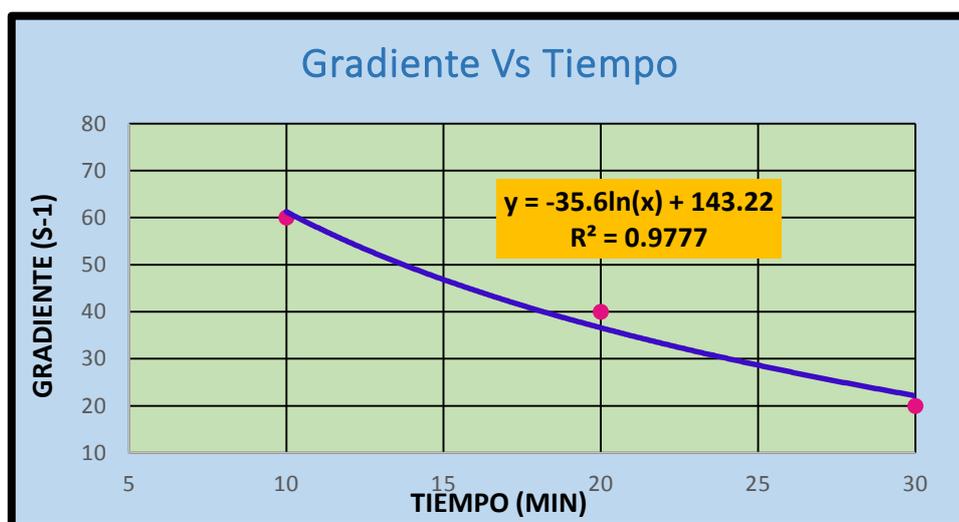


En el siguientes grafica N° 43, se comprueba que las gradientes de floculación determinas son en función a las turbiedades bajas que se ha encontrado para cada tiempo.

Tabla 49: Gradientes y Tiempos Óptimos para el cuarto muestreo con Trigo

TIEMPO DE FLOCULACION	10	20	30
GRADIENTE	60	40	20

Grafico N° 44: Gradientes VS Tiempos Óptimos



En la siguiente grafica N° 44, se determina la fórmula de Gradiente y tiempo de floculación para poder indicar cuál es la gradiente y tiempo óptimo para el diseño

de una Planta Potabilizadora considerando el coagulante natural (trigo) como agentes del proceso de potabilización en este tercer muestreo.

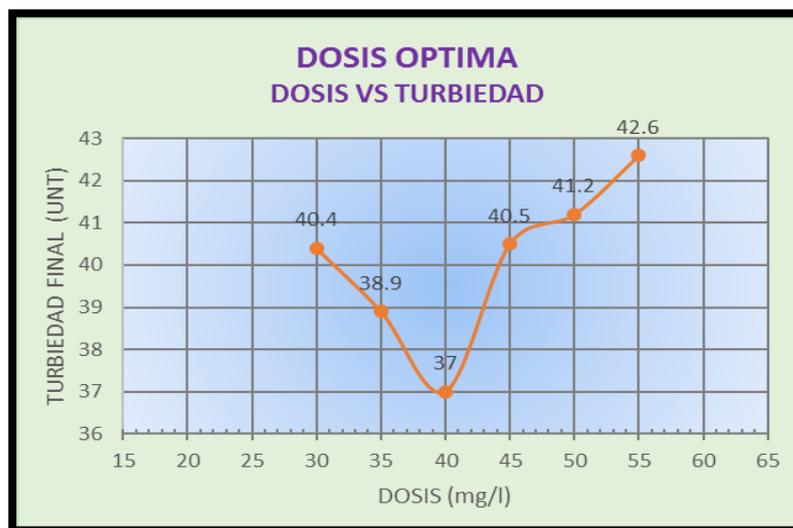
➤ **CUARTO MUESTREO**

**a. Determinación de la dosis óptima**

*Tabla 50: Determinación de Dosis Óptima (trigo)*

D O S I S O P T I M A	VASO	DOSIS (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	30	0.90	40.4
	2	35	1.00	38.9
	3	40	1.10	37
	4	45	1.30	40.5
	5	50	1.40	41.2
	6	55	1.60	42.6

*Grafico N° 45: Dosis vs Turbiedad*



**Interpretación de los resultados:**

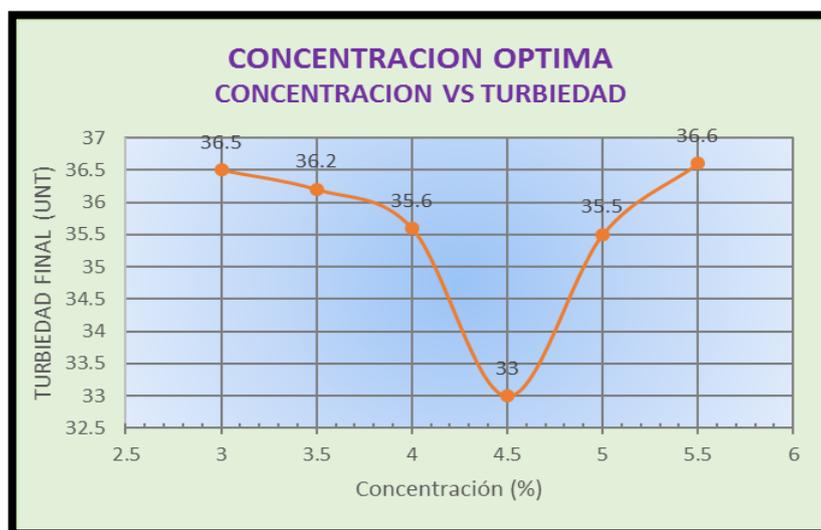
- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que el parámetro turbidez baja hasta 37.00 UNT con la dosis de 40 mg/l del vaso número 3.
- ✓ Por lo tanto, debemos indicar que la Dosis Óptima del coagulante natural *Triticum Vulgare* es 40 mg/l para el cuarto muestreo.

## b. Determinación de la Concentración Óptima.

Tabla 51: Determinación de Concentración Óptima (trigo)

Concentración Optima	VASO	Conc. (mg/L)	Vrec (ml)	TF
	1	3	2.67	36.5
	2	3.5	2.29	36.2
	3	4	2.00	35.6
	4	4.5	1.78	33
	5	5	1.60	35.5
	6	5.5	1.45	36.6

Grafico N° 46: Concentración vs Turbiedad



### Interpretación de los resultados:

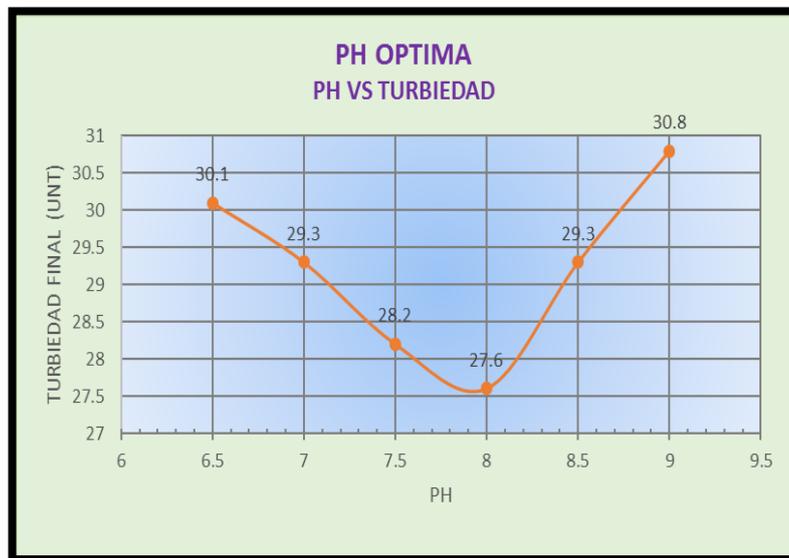
- ✓ En el grafico como en la tabla se observa que el parámetro turbiedad más baja es 33.0 UNT, esto se obtiene del 4.5 % de concentración.
- ✓ Por lo tanto, nuestra Concentración Óptima para el tercer muestreo seria 4.5%.

**c. Determinación del pH óptimo.**

*Tabla 52: Determinación de pH Óptima (trigo)*

PH Optima	VASO	PH	Vrec (ml)	TF
	1	6.5	1.78	30.1
	2	7	1.78	29.3
	3	7.5	1.78	28.2
	4	8	1.78	27.6
	5	8.5	1.78	29.3
	6	9	1.78	30.8

*Grafico N° 47: pH vs Turbiedad*



**Interpretación de los resultados:**

- ✓ Se observa en la tabla como en el grafico que con pH de 8.00 la turbiedad se reduce hasta 27.60 UNT, siendo el más bajo.
- ✓ Por lo que decimos que con una dosis Óptima de 40 mg/l y con 4.5% de concentración Óptima y con pH 8.00 se obtiene resultados aceptables para la remoción de la turbiedad.

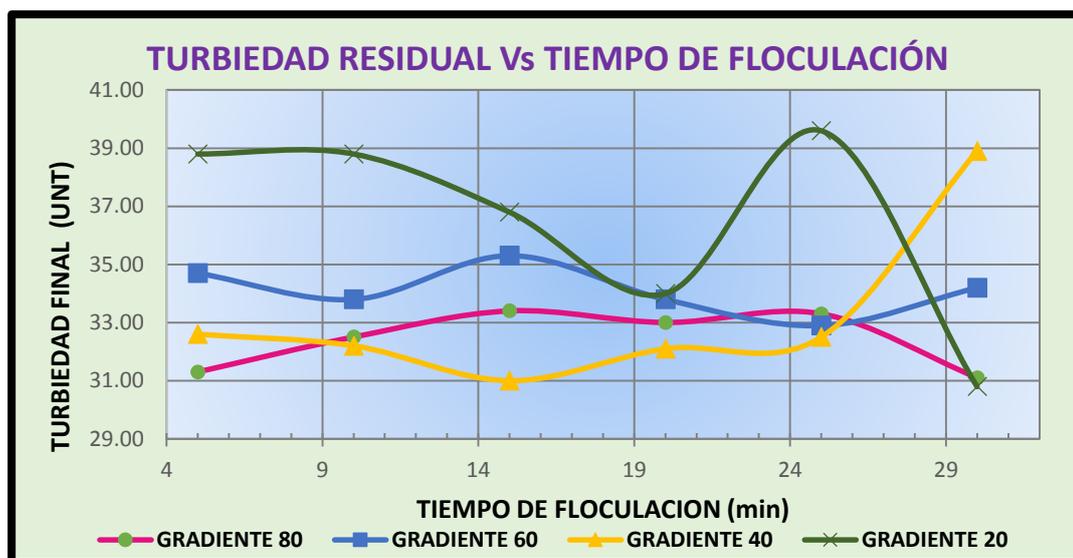
#### d. Parámetros de Floculación

Tabla 53: Parámetros de floculación del cuarto muestreo más penca

VASO		1	2	3	4	5	6
TIEMPO DE FLOCULACION		5	10	15	20	25	30
Vrec (ml)		1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
Dosis (mg/l)		40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Gradiente	V (rpm)	Resultados de Turbiedad					
G = 80 S-1	55	31.30	32.50	33.40	33.00	33.30	31.10
G = 60 S-1	43	34.70	33.80	35.30	33.80	32.90	34.20
G = 40 S-1	32	32.60	32.20	31.00	32.10	32.50	38.90
G = 20 S-1	25	38.80	38.80	36.80	34.00	39.60	30.80

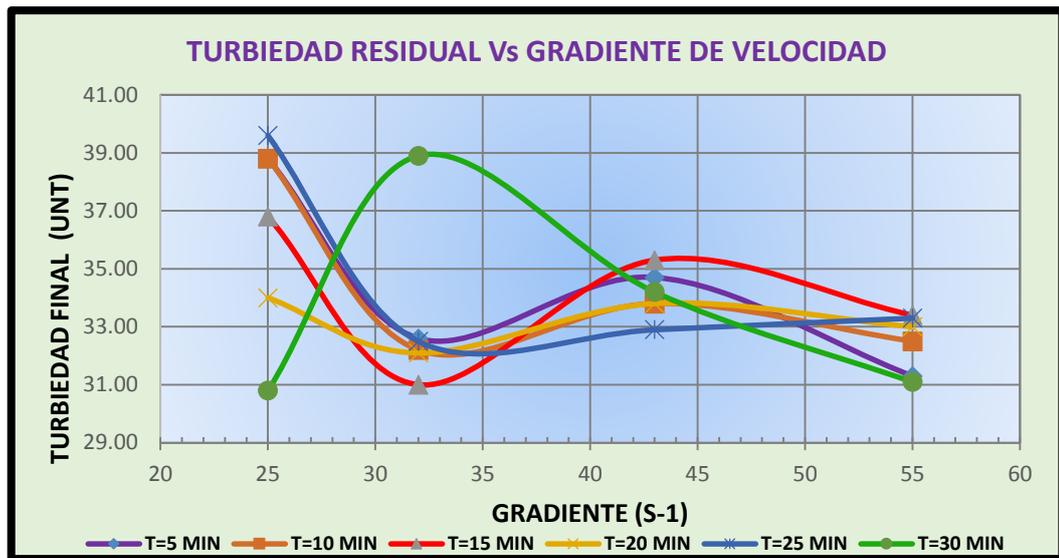
En la tabla N° 52, se presenta los parámetros de floculación que se ha determinado para los gradientes 80, 60, 40 y 20 en los tiempos de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos; para seleccionar los que tienen menor turbiedad.

Grafico N° 48: Turbiedad Residual VS Tiempo de Floculación.



En el grafico N° 48, se comprueba que la gráfica de tiempo de floculación vs turbiedad residual para poder definir las gradientes optimas de floculación, y se comprueba que las gradientes próximas están entre 80 y 20 s-1

Grafico N° 49: Turbiedad Residual VS Gradiente de Velocidad

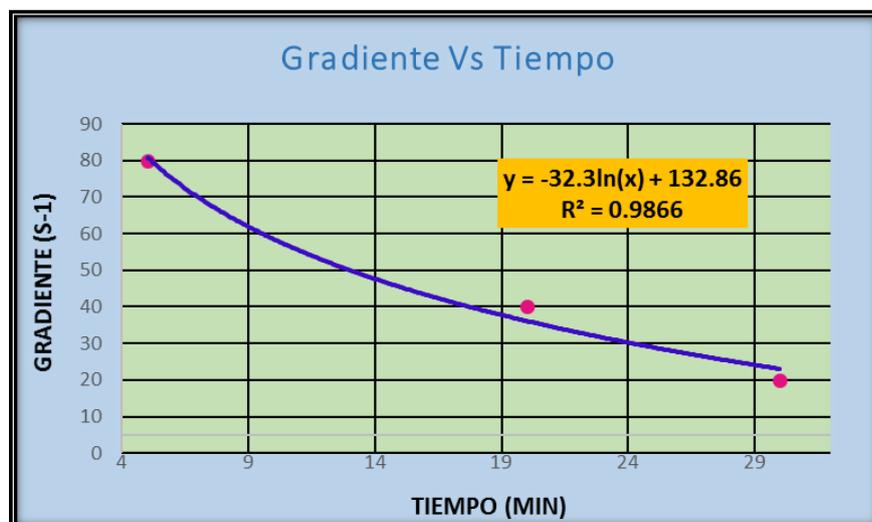


En el siguientes grafica N° 49, se comprueba que las gradientes de floculación determinas son en función a las turbiedades bajas que se ha encontrado para cada tiempo.

Tabla 54: Gradientes y Tiempos Óptimos para el cuarto muestreo con Trigo

TIEMPO DE FLOCULACION	5	20	30
GRADIENTE	80	40	20

Grafico N° 50: Gradientes VS Tiempos Óptimos



En la siguiente grafica N° 50, se determina la fórmula de Gradiante y tiempo de floculación para poder indicar cuál es la gradiente y tiempo óptimo para el diseño de

una Planta Potabilizadora considerando el coagulante natural (trigo) como agentes del proceso de potabilización en este cuarto muestreo.

### 3.2.2. Resultados del filtro lento modificado

Tabla 55: resultados de los cuatro muestreos con filtro lento.

MUESTRA	PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRAS DE LABORATORIO FINAL		DESPUES DE LA FLOCULACION TEST DE JARRAS	$\Delta\sigma_a$	Area filtro	$\Delta L$	Q	$\Delta t$	$\Delta C$	RESULTADO FINAL DE FILTRACION MODIFICADA
			Inicial	R-Trigo								$C_{final}$
ANALISIS FISICOQUIMICO												
MUESTRA 01	Turbiedad	UNT	40.7	5.94	32.6	0.4333	0.0600	0.3000	0.0000083	38.0	24.63	7.97
MUESTRA 02	Turbiedad	UNT	26.2	7.51	23.4	0.4333	0.0600	0.3000	0.0000088	55.0	16.17	7.23
MUESTRA 03	Turbiedad	UNT	13.7	2.76	12.5	0.4333	0.0600	0.3000	0.0000278	32.0	8.78	3.73
MUESTRA 04	Turbiedad	UNT	10.04	4.64	37	0.4333	0.0600	0.3000	0.0000087	33.0	27.18	9.82

Se observa en la tabla 55 los resultados medidos después del filtro lento, podemos decir que en el muestreo 03 nuestro resultado se encuentra por debajo de los límites y según los resultados de laboratorio el muestreo 03 y 04 llegó por debajo de los límites; por lo tanto, podemos decir que el coagulante natural *Agave Triticum Vulgare* es eficiente en la remoción de la turbiedad.

#### Comparación de filtro lento modificado con un filtro lento convencional

Según el filtro convencional se caracteriza por ser un sistema sencillo, limpio y a la vez eficiente con un porcentaje promedio de remoción de 90 % en un filtro óptimo. Comparando con los resultados obtenidos de nuestra investigación referido a la filtración lenta modificada tenemos un porcentaje promedio de remoción de turbiedad de 77.21%.

### 3.2.3. Resultados De Análisis De Laboratorio

#### a. Parámetros Generales

Tabla 56: Resultados de Laboratorio de Parámetros Generales

COD	PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA N°01			STRA NMUE°02			MUESTRA N°03			MUESTRA N°04		
			INICIAL	R1 -P	R1-T	INICIAL	R2-P	R2-T	INICIAL	R3-P	R3-T	INICIAL	R4-P	R4-T
<b>FQ</b>	<b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>													
<b>FQ12</b>	Conductividad	µs.cm-1	83.2	89.5	109	88.6	115.9	92.4	96	99.3	112	123.2	128.6	125.7
<b>FQ23</b>	pH	Unid.PH	7.4	7.44	7.55	7.63	7.78	7.58	8.34	8.18	7.51	6.6	6.94	7.05
<b>FQ28</b>	Solidos Totales Disueltos	mg/l	74	60	64	65	71	61	66	63	75	72	70	74
<b>FQ36</b>	Turbiedad	UNT	40.7	8.32	5.94	26.2	8.39	7.51	13.7	4.3	2.76	10.04	4.17	4.64
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>													
	Aluminio Total	mg/l Al	0.049	<0.020	0.102	0.041	0.091	0.171	0.22	0.072	0.039	-	-	-
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>													
<b>CM01</b>	Bacterias Heterótrofas	UFC/ml	15100	14710	14720	15170	15010	14710	15100	15120	15040	14720	15410	15290
<b>CM04</b>	Coliformes Totales	UFC/ml	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400
<b>CM06</b>	Coliformes Fecales Termotolerantes	UFC/ml	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600
<b>CM10</b>	Escherichia Coli	UFC/ml	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760	2760

**b. Porcentaje de Remoción de Turbiedad con Triticum Vulgare (trigo)**

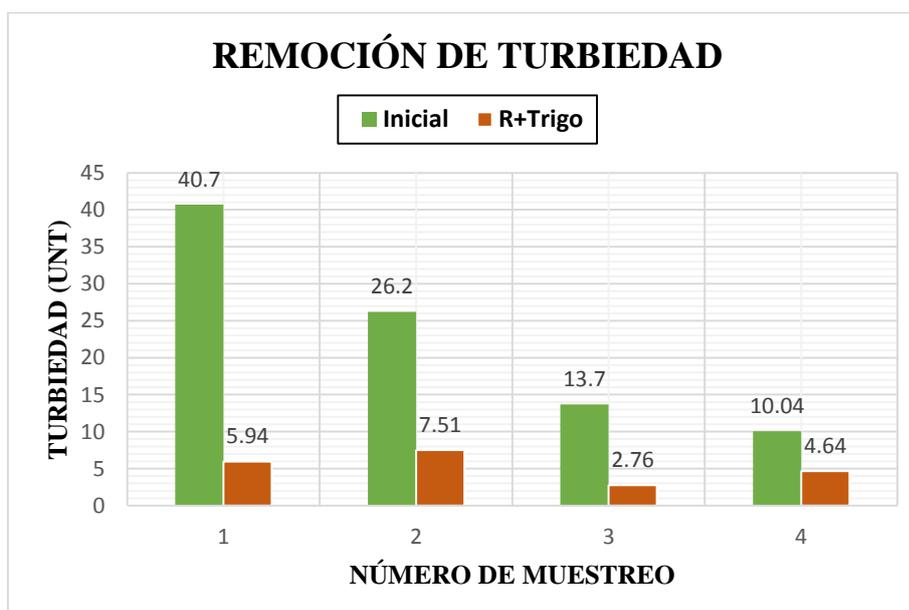
*Tabla 57: Porcentaje de remoción de Turbiedad*

MUESTRA	PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRAS		% REMOCIÓN
			Inicial	R+Trigo	R+Trigo
<b>ANÁLISIS FISICOQUIMICO</b>					
MUESTRA 01	Turbiedad	UNT	40.7	5.94	85.41%
MUESTRA 02	Turbiedad	UNT	26.2	7.51	71.34%
MUESTRA 03	Turbiedad	UNT	13.7	2.76	79.85%
MUESTRA 04	Turbiedad	UNT	10.04	4.64	53.78%

*Fuente: Elaboración Propia*

El Tabla N° 55, se puede observar el porcentaje de remoción de la turbiedad con la ayuda del coagulante natural, remueve considerablemente; el porcentaje de remoción máxima es al 85.41% en la muestra 01 y la mínima es 53.78% en la muestra 04.

*Grafico N° 51: Remoción de Turbiedad*



En el grafico N° 51, se observa el que tuvo la mayor remoción de la turbiedad con la ayuda del coagulante Penca fue la muestra 03 llegando por debajo de los límites Máximos permisibles (5 UNT) y la muestra 02 no llego al límite podríamos decir que esto fue por una mala toma de muestra.

**c. Porcentaje de Remoción de Solidos Totales Disueltos con Agave Americano (penca)**

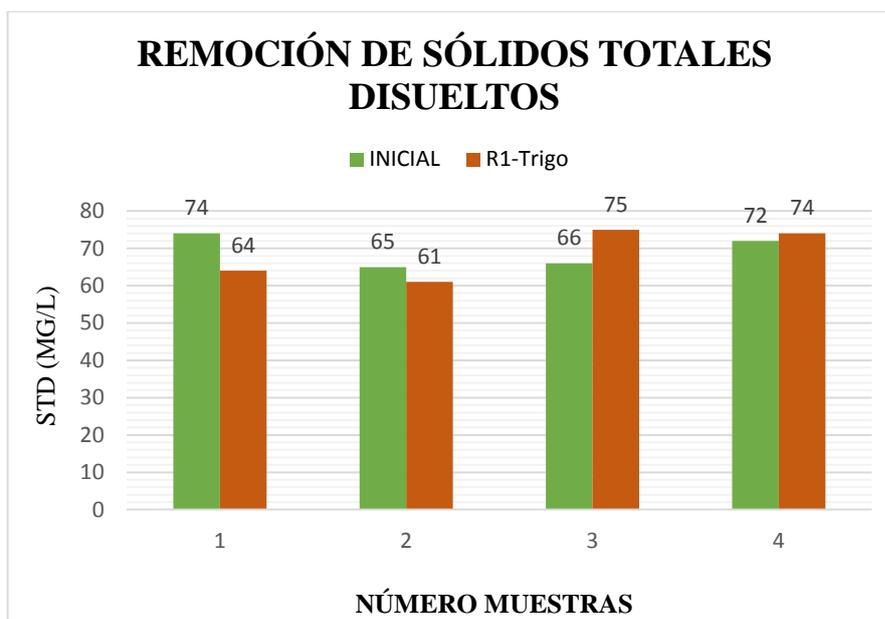
*Tabla 58: Porcentaje de remoción de Sólidos Totales Disueltos*

MUESTRA	PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRAS		% REMOCIÓN
			INICIAL	R+Trigo	R+Trigo
<b>ANÁLISIS FISICOQUIMICO</b>					
MUESTRA 01	Solidos Totales Disueltos	mg/l	74	64	13.51%
MUESTRA 02	Solidos Totales Disueltos	mg/l	65	61	6.15%
MUESTRA 03	Solidos Totales Disueltos	mg/l	66	75	-13.64%
MUESTRA 04	Solidos Totales Disueltos	mg/l	72	74	-2.78%

**Fuente: Elaboración Propia**

El Tabla N° 56, se puede observar el porcentaje de remoción de solidos totales disueltos con la ayuda del coagulante natural, tiene una disminución mínima en las muestras 01, 03 y 04; y en la muestra 02 no hay remoción se observa que hay aumento en el parámetro.

Grafico N° 52: Remoción de Sólidos Totales Disueltos



En el grafico N° 52, se observa el que tuvo la mayor remoción de los sólidos totales disueltos con la ayuda del coagulante Penca fue la muestra 01, podemos ver que en las muestras 01 y 02 disminuye y aumenta en la muestra 03 y 04.

Comparando con los Límites Máximos Permisible los datos se encuentran por debajo del límite (1000 mg/l)

### 3.2.4. Resultado Del Análisis Estadístico De Triticum Vulgare (Trigo).

#### A. HIPOTESIS PLANTEADA PARA LA TURBIEDAD.

Hi: El Triticum Vulgare (trigo) como coagulante si es eficiente para la remoción de turbiedad, en el rio Chucchun, Provincia de Carhuaz, Ancash-2016, con un nivel de confianza de 90%.

$$Hi: X1 \neq X2$$

Ho: El Triticum Vulgare (trigo) como coagulante no es eficiente para la remoción de turbiedad, en el rio Chucchun, Provincia de Carhuaz, Ancash-2016, con un nivel de confianza de 90%.

$$Ho: X1 = X2$$

Nivel de probabilidad:  $\alpha = 0.1$

Tabla 59: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas (turbiedad)

<i>Prueba T Student</i>	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	22.66	5.21
Varianza	192.51	4.05
Observaciones	4.00	4
Coefficiente de correlación de Pearson	0.60	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	3.00	
Estadístico t	2.73	
P(T<=t) una cola	0.04	
Valor crítico de t (una cola)	1.64	
P(T<=t) dos colas	0.07	
Valor crítico de t (dos colas)	2.35	

### CRITERIO PARA DETERMINAR NORMALIDAD

**P-valor <  $\alpha$  Aceptar  $H_1$** , Los datos no provienen de una distribución normal

**P-valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$** , Los datos provienen de una distribución normal

### DECISIÓN ESTADÍSTICA.

Si la probabilidad obtenida P-valor  $\leq \alpha$ , rechazamos la hipótesis nula  $H_0$

Si la probabilidad obtenida P-valor  $> \alpha$ , mantenemos la hipótesis nula  $H_0$

### INTERPRETACION DE RESULTADOS

- Tenemos P-valor = 0.07 que es menor al nivel de probabilidad  $\alpha = 0.10$  por lo tanto los datos no provienen de una distribución normal.
- Como el P-valor (0.07) es menor al Nivel de Probabilidad (0.10) la hipótesis nula es rechazada puede cumplir con la validación estadística para eso se compara el t.

- El estadístico t (2.73) es mayor al Valor Crítico de t (dos colas) (2.35), entonces aceptamos la hipótesis alterna señalando que existen diferencia estadísticamente significativas entre las medias de los dos análisis (inicial-final).

**B. HIPOTESIS PLANTEADA PARA LA SOLIDOS TOTALES DISUELTOS.**

Hi: El Triticum Vulgare (trigo) como coagulante si es eficiente para la remoción de solidos totales disueltos, en el rio Chucchun, Provincia de Carhuaz, Ancash-2016, con un nivel de confianza de 90%.

$$\mathbf{Hi: X1 \neq X2}$$

Ho: El Triticum Vulgare (trigo) como coagulante no es eficiente para la remoción de solidos totales disueltos, en el rio Chucchun, Provincia de Carhuaz, Ancash-2016, con un nivel de confianza de 90%.

$$\mathbf{Ho: X1 = X2}$$

**Nivel de probabilidad:  $\alpha = 0.1$**

*Tabla 60: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas (STD)*

<i>Prueba T Student</i>	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	69.25	68.50
Varianza	19.58	49.67
Observaciones	4.00	4
Coeficiente de correlación de Pearson	0.05	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	3.00	
Estadístico t	0.18	
P(T<=t) una cola	0.43	
Valor crítico de t (una cola)	1.64	
P(T<=t) dos colas	0.87	
Valor crítico de t (dos colas)	2.35	

### **CRITERIO PARA DETERMINAR NORMALIDAD**

**P-valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$** , Los datos no provienen de una distribución normal

**P-valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$** , Los datos provienen de una distribución normal

### **DECISIÓN ESTADÍSTICA.**

Si la probabilidad obtenida  $P\text{-valor} \leq \alpha$ , rechazamos la hipótesis nula  $H_0$

Si la probabilidad obtenida  $P\text{-valor} > \alpha$ , mantenemos la hipótesis nula  $H_0$

### **INTERPRETACION DE RESULTADOS**

- Tenemos  $P\text{-valor} = 0.87$  que es mayor al nivel de probabilidad  $\alpha=0.10$  por lo tanto los datos provienen de una distribución normal.
- Como el  $P\text{-valor}$  (0.49) es menor al Nivel de Probabilidad (0.10) la hipótesis nula puede ser aceptada si se valida el análisis con el criterio.
- El estadístico  $t$  (0.79) es menor al Valor Crítico de  $t$  (dos colas) (2.35), entonces aceptamos la hipótesis alterna señalando que no existen diferencia estadísticamente significativas entre las medias de los dos análisis (inicial- final).



**CAPITULO IV**



## CAPITULO IV: DISCUSIÓN

### 4.1. DISCUSIÓN

- Según los estudios realizados por PANAMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO)/ ORGANIZACIÓN PANAMERICANO DE LA SALUD (OPS), para estudios de cactus Leafaria se ha comprobado que la eficiencia en la remoción de la turbidez llegaba entre un 80 a 90%, en mi investigación empleando el Agave Americano (penca) llega a 79.56% de eficiencia, demostrando que el resultado se encuentra cerca al rango establecido para este tipo de plantas.
- Según Arnal, Canepa Y colaboradores en sus estudios realizados demostraron que las plantas con alto contenido de almidón son muy eficientes en la remoción de la turbiedad capturando las partículas en suspensión, en mi investigación empleando el Triticum Vulgare (trigo), llega hasta 85.41% de eficiencia demostrando que el resultado es alto, estos tipos de plantas funcionan muy bien como coagulante y floculantes primario o ayudante en el tratamiento del agua.

- De acuerdo a los estudios realizados sobre el filtro lento este demuestra que este proceso es necesario para la remoción de la turbiedad para llegar a cumplir con los límites máximos permisibles comparando con los resultados obtenidos en nuestra investigación podemos llegar a indicar que el filtro lento modificado compuesto por grava, arena y esponja cumple con el objetivo de remover parte de la turbiedad del agua.



## **CAPITULO V**



## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- El Agave Americano (penca) como coagulante natural resulto ser eficiente, y con la ayuda del filtro lento logro remover la turbiedad al 79.56% de una muestra inicial de 40.7 UNT hasta 8.32 UNT en una primera muestra; y en una tercera muestra removi6 hasta un 68.61% de una muestra inicial de 13.7 UNT hasta 4.3 UNT en una tercera muestra, llegando de esta manera por debajo de los l6mites m6ximos permisibles (5 UNT).
- El Triticum Vulgare (trigo) resulto ser m6s eficiente que el Agave Americano (penca), logrando remover la turbiedad hasta un 79.85 % de la muestra N° 03, que ten6a una turbiedad inicial de 13.70 UNT llege reducir hasta 2.76 UNT de turbiedad, llegando por debajo de los l6mites m6ximos permisibles (5 UNT), estos resultados se obtiene previa filtraci6n lenta.

- También se mandó analizar las bacterias heterotróficas, Coliformes totales, Coliformes fecales y Escherichia Coli, y después de verificar los resultados podemos indicar que los coagulantes usados en la presente tesis no remueven estos parámetros.
- De acuerdo a los resultados obtenidos del laboratorio después de haber realizado la filtración por el filtro lento modificado se comprueba que este, remueve al 77.21 %, comparado con el filtro lento convencional la remoción de la turbiedad esta entre un 80 – 90 %. Por lo que se concluye que la filtración lenta modificada es aceptable porque se aproxima al filtro lento convencional.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Con los resultados obtenidos, recomendamos la utilización de coagulantes naturales u orgánicos (Agave Americano y Triticum Vulgare), como una alternativa de tratamiento de aguas en lugares donde no se puede implementar tecnologías de tratamiento costosos.
- Se recomienda a proponer la utilización de los coagulantes naturales, especialmente en las zonas rurales que no cuentan con ningún tipo de tratamiento de agua, porque la adquisición de estos coagulantes es rápida y son costosas ya que en nuestra región abunda lo que el Triticum Vulgare y el Agave Americano.
- Con respecto al coagulante de Agave Americano se recomienda investigar la eficiencia de Agave Americano tomando como muestra la parte sólida y la líquida del coagulante.
- Se recomienda buscar nuevos filtros que sean más eficientes como el carbón activado o algodones que puedan retener más turbiedad.

## **CAPITULO VI**



## **CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

*Gro Harlmen Brundtlan. Directora general de la OMS, . 2001.*

*(Arnal et al.2006; Babu et al. 2005). s.f.*

*Abraira Santos V, Pérez de Vargas Luque A. Métodos Multivariantes en Bioestadística,. 1993.*

*Almendárez,. 2004.*

*Antonio Ros Moreno,. 2011.*

*Arboleda. 2000.*

*Biología I, Estrada. 1995.*

*Cánepa de Vargas, L.; Pérez Carrión, J. Manual I, II y III. Teoría y evaluación. Diseño. Operación, mantenimiento y control. s.f.*

*Ceballos, H y Cruz, A. 2002.*

*Ciencias Biológicas I, Santillana. 1988.*

*GIL FLORES, . 1996.*

- Gro Harlem Brundtlan*. s.f.
- Gro Harlem Brundtlan*. Directora general de la OMS, 2002.
- Gro Harlem Brundtlan, Directora general de la OMS*. 2002.
- Gro Harlem Brundtlan. Directora general de la OMS*). OMS, 2008.
- Gro Harlem Brundtlan. Directora general de la OMS, 2002*. Directora general de la OMS, 2002.
- Huisman & Wood*. 1974.
- Idrovo, Cecibel. «Optimización de la Planta de Tratamiento de Uchupucun.» Ecuador, 2010.
- Ing. Lidia Cánepa de Vargas; "Programa regional de mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano", Tratamiento - Filtración lenta, Manual: I, II, III; CEPIS;*. Lima, 1992.
- Juarez, Villatoro, y López. «t de Student para muestras relacionadas.» 2011.
- La Guía: Biología: El agua*. 2009.
- Mendes en la Escuela de San Carlos en* . 1989.
- Okuda et al*. 2001.
- OPS/CEPIS. «Plantas de Filtración Rápido /Tomo I/ .» *Tratamiento de Agua para Consumo Humano*, 2004: 155.
- Pan American Health Organization (PAHO) / Organización Panamericana de la Salud (OPS) - Tecnologías para el Tratamiento de Agua Potable*. 2000, 152 p.
- Park S. Nobel. Los incomparables Agaves y Cactus. Ed. Trillas*. 1998.
- Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano*. Ministerio de Salud, Lima: 1ra. Edición, 2011.
- Reinaldo Alberto Sánchez Turcios*. s.f.
- Sáenz*, . 1993.
- Schultz et al.*, . 1983.
- Stenguist, R.; Kaufman, R. M. Initial mixing in coagulation processes. Berkeley, University of California*, . 1972.
- Total dissolved solids in drinking-water. Guía de la OMS para la calidad del agua potable,*. 2003.

*Tratamiento de Agua para Consumo Humano – Plantas de Filtración Rápido OPS/CEPIS/Tomo I/*  
*Pág. 155, . 2004.*

*Tratamiento de Agua para Consumo Humano – Plantas de Filtración Rápido OPS/CEPIS/Tomo I/*  
*Pág. 155. s.f.*

*Tratamiento De Agua Para Consumo Humano Plantas De Filtración Rápida, Manual I Teoría, Tomo*  
*I Cap.4 – Coagulación. Pág. 213,. 2004.*

*Tratamiento de Agua Para Consumo Humano-Plantas de Filtración Rápido OPS/ CEPIS/ Tomo I, .*  
*2004.*

*Tratamiento de Agua Para Consumo Humano-Plantas de Filtración Rápido OPS/ CEPIS/ Tomo I/*  
*Pág. 215. 2004.*

*Tratamiento de Agua Para Consumo Humano-Plantas de Filtración Rápido OPS/ CEPIS/ Tomo I/*  
*Pág. 283. 2004.*

*Van Benchosten et al., 1997; Najm et al., 1998). s.f.*

*Zambrano,. 1998.*

## **ANEXOS.**

## ANEXO 1: PANEL FOTOGRAFICO.

### ➤ MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.



*Fotografía N° 9:  
Galoneras que se  
utilizó para  
Muestras de agua  
del rio Chucchun.*



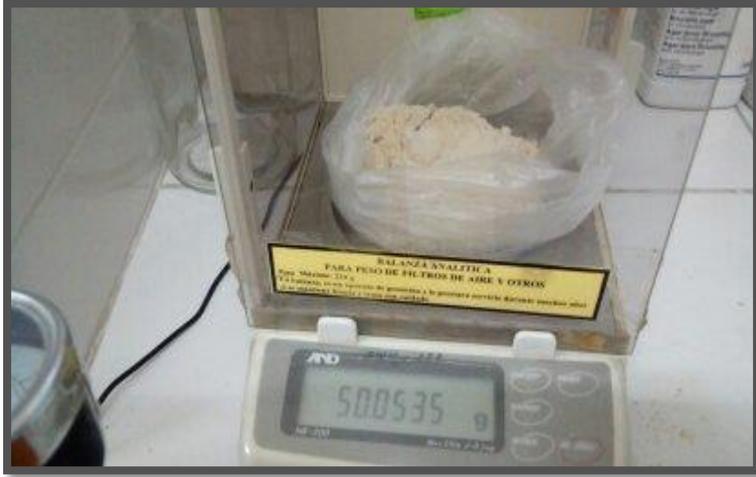
*Fotografía N° 10:  
Equipo de Prueba  
de jarras*



*Fotografía N° 11:  
Equipo para medir  
la turbiedad  
(Turbidimetro)*



*Fotografía N° 12:  
Equipo para  
medir el pH (pH-  
metro)*



*Fotografía N° 13:  
Balanza analítica  
para pesar las  
muestras.*

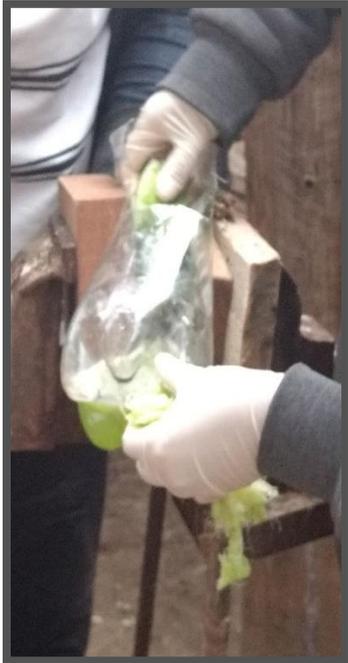
➤ **TRABAJOS REALIZADOS EN EL CAMPO Y EN EL LABORATORIO**



*Fotografía N° 14:  
Identificación del  
Agave Americano  
(penca)*



*Fotografía N° 15:  
Recolección de  
Agave Americano  
(penca)*



*Fotografía N°  
16: Obtención  
del jugo del  
Agave  
Americano  
(penca).*



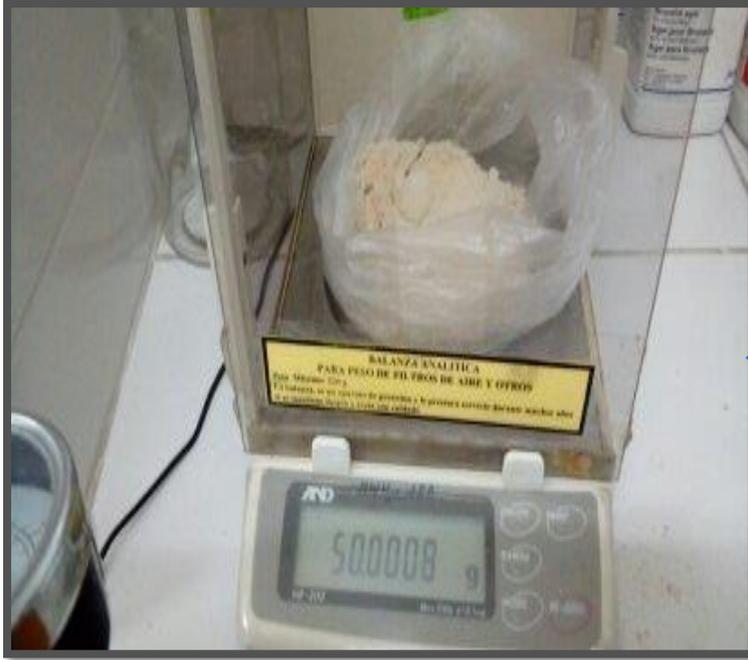
*Fotografía N° 17:  
Obtención de la  
harina de Triticum  
Vulgare (trigo)*



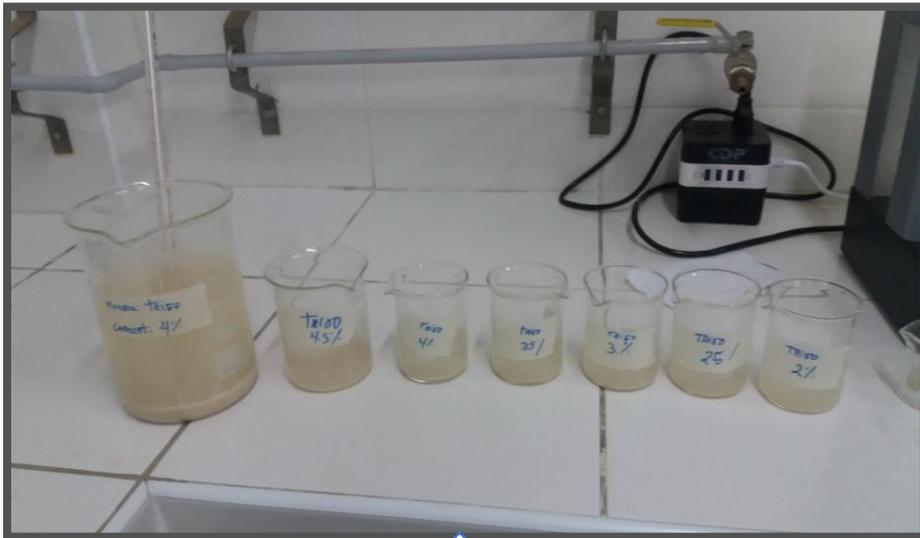
*Fotografía N° 18:  
Preparación de  
materiales y  
muestras para  
realizar trabajos en  
laboratorio.*



*Fotografía N° 19:  
Preparación de  
muestras para  
empezar con el  
trabajo de*



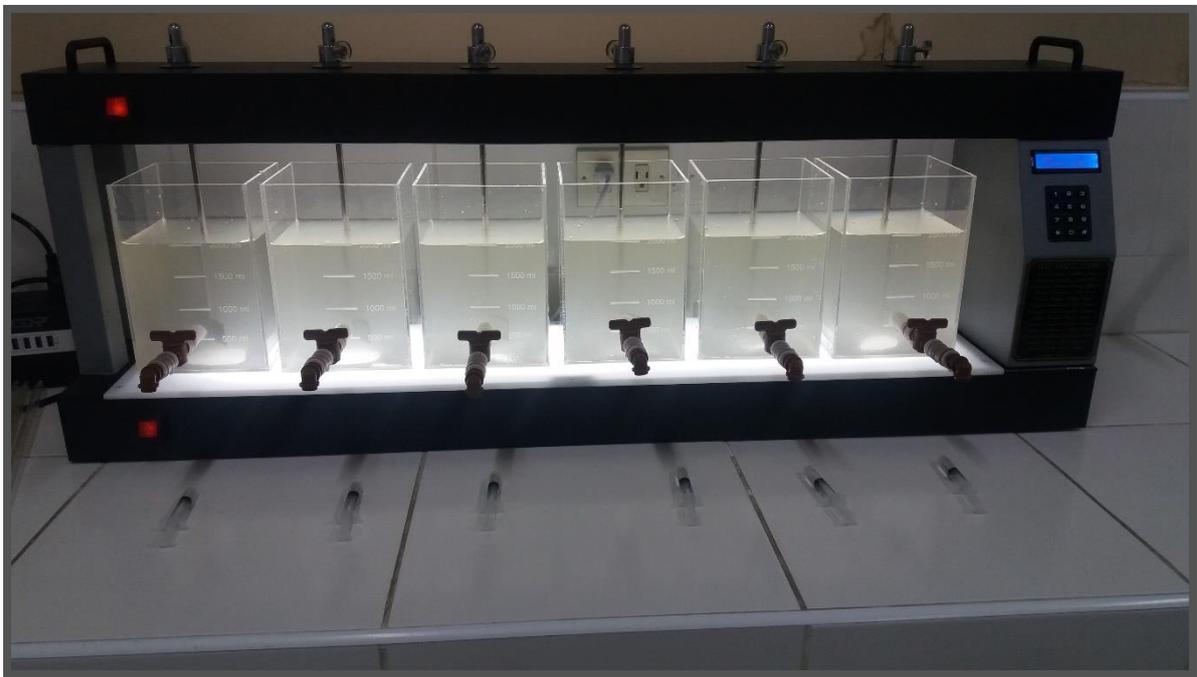
*Fotografía N° 20:  
Pesado de la  
harina de  
Triticum Vulgare  
para preparar  
nuestra*



*Fotografía N° 21: Preparación de  
las concentraciones con Triticum  
Vulgare.*



*Fotografía N° 22:  
Preparación de las  
concentraciones  
con Agave  
Americano.*



*Fotografía N° 23: Preparados con las dosis  
correspondientes para empezar con el  
trabajo de test de jarras.*



*Fotografía N° 24: Muestras de cada jarra después de la decantación para luego proceder a medir la turbiedad.*



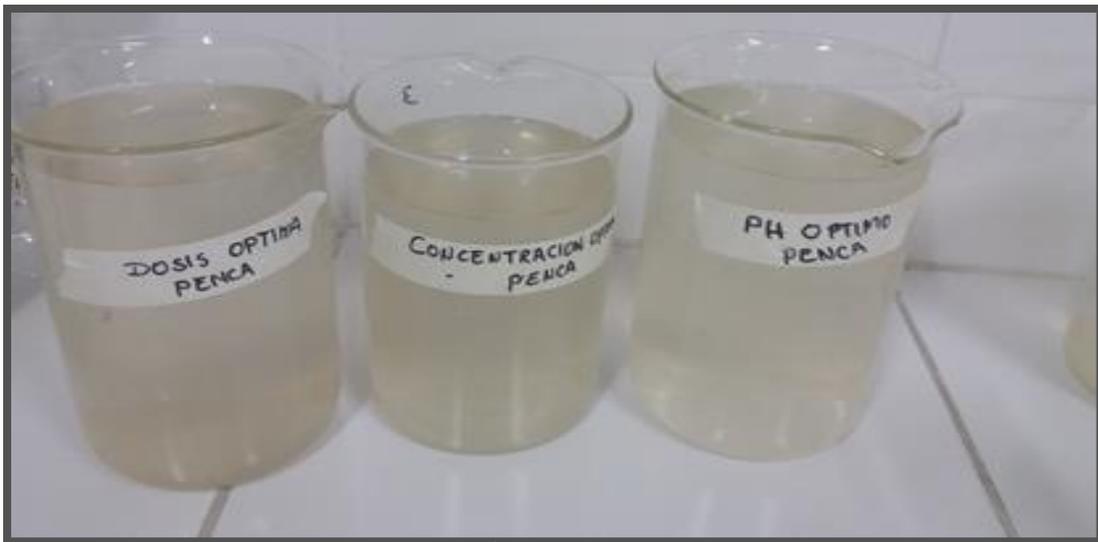
*Fotografía N° 25:  
Medición del pH.*



*Fotografía N° 26:  
Recipientes con  
muestras de agua  
con diferentes pH.*



*Fotografía N° 27:  
Realizando la  
programación de  
equipo de prueba  
de jarras*



*Fotografía N° 28: Muestras de la dosis,  
concentración y pH óptimos trabajados con  
Agave Americano, para proceder a filtrar.*



*Fotografía N° 29: Muestras de la dosis, concentración y pH óptimos trabajados con Triticum Vulgare, para proceder a filtrar.*



*Fotografía N° 30: Proceso de filtración lenta modificado.*

# ANEXO 2: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

## INFORME DE ENSAYO AG170412

**CLIENTE** Razón Social : ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL  
Dirección : Shancayan Bajo SIN, Independencia  
Atención : Rocio Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Río  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Río Chucchun - Carhuaz  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170275

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 20/Abril/2017  
Fecha de análisis : 20 de Abril al 27 de Abril/2017  
Cotización N° : CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 03
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	20/04/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	07:00
					Código del Laboratorio	AG170534
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		83.2
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B -Versión 2012 (*)	.....		7.40
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		74
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		40.70
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.049
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS</b>					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		15100
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

1. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad



Quim. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 27 de Abril de 2017

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
E-mail: labfcam@hotmail.com

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

Página 1 de 1



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



**INFORME DE ENSAYO AG170415**

**CLIENTE** Razón Social : ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL  
Dirección : Shancayan Bajo S/N, Independencia  
Atención : Rocío Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Río más Panca  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Río Chuuchun - Carhuaz  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170278

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 21/Abril/2017  
Fecha de análisis : 21 de Abril al 28 de Abril/2017  
Cotización N° : CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 04
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	21/04/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	11:00
					Código del Laboratorio	AG170537
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		89.5
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B -Versión 2012 (*)	.....		7.44
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		60
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		8.32
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazul S (*)	0.020		< 0.020
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		14710
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 20 días



Quím. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 28 de Abril de 2017

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG170416**

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL
	<b>Dirección</b>	: Shancayan Bajo S/N, Independencia
	<b>Atención</b>	: Rocio Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua de Río más Trigo
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Río Chuuchun - Carhuaz
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC170278
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 21/Abril/2017
	<b>Fecha de análisis</b>	: 21 de Abril al 28 de Abril/2017
	<b>Cotización N°</b>	: CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 05
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	21/04/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	11:30
					Código del Laboratorio	AG170538
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		109.0
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2012 (*)	.....		7.55
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		64
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		5.94
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazuro S (*)	0.020		0.102
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		14720
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



Quím. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 28 de Abril de 2017

**Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.**

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG170417**

**CLIENTE** Razón Social : ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL  
Dirección : Shancayan Bajo S/N, Independencia  
Atención : Rocio Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Río  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Río Chucchun - Carhuaz  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170278

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 21/Abril/2017  
Fecha de análisis : 21 de Abril al 28 de Abril/2017  
Cotización N° : CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 06
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	21/04/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	16:00
					Código del Laboratorio	AG170539
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		88.6
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2012 (*)	.....		7.63
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		65
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		26.20
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.041
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		15170
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 24 horas



Quím. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 28 de Abril de 2017

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG170418**

<b>CLIENTE</b>	Razón Social : ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL Dirección : Shancayan Bajo S/N, Independencia Atención : Rocio Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel
<b>MUESTRA</b>	Producto declarado : Agua de Río más Trigo Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial Procedencia : Río Chucchun - Carhuaz Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170279
<b>MUESTREO</b>	Responsable : Muestra proporcionada por el cliente Referencia : No indica
<b>LABORATORIO</b>	Fecha de recepción : 22/Abril/2017 Fecha de análisis : 22 de Abril al 02 de Mayo/2017 Cotización N° : CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 07
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	22/04/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	18:00
					Código del Laboratorio	AG170540
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		92.4
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2012 ( * )	.....		7.58
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C ( * )	1		61
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B ( * )	0.01		7.51
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S ( * )	0.020		0.171
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B ( * )	< 1		14710
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B ( * )	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D ( * )	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A ( * )	< 1		2760

( \* ) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



Quím. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 02 de Mayo de 2017

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG170419**

**CLIENTE** Razón Social : ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL  
Dirección : Shancayan Bajo S/N, Independencia  
Atención : Rocio Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Río más Penca  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Río Chucchun - Carhuaz  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170279

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 22/Abril/2017  
Fecha de análisis : 22 de Abril al 02 de Mayo/2017  
Cotización N° : CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 08
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	22/04/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	18:00
					Código del Laboratorio	AG170541
<b>FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>						
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		115.9
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2012 (*)	.....		7.78
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		71
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		8.39
<b>MT METALES TOTALES</b>						
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.091
<b>CM INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>						
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		15010
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater. 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



Quim. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 02 de Mayo de 2017

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 94432754 / 948915005 RPM. # 948915005

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N.º LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG170478**

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL
	<b>Dirección</b>	: Shancayan Bajo S/N, Independencia
	<b>Atención</b>	: Rocio Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua de Río
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Río Chucchun
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC170313
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 04/Mayo/2017
	<b>Fecha de análisis</b>	: 04 de Mayo al 11 de Mayo/2017
	<b>Cotización N°</b>	: CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 09
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	04/05/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	07:30
					Código del Laboratorio	AG170605
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		96.0
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B - Versión 2012 (*)	.....		8.34
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		66
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		13.70
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.220
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		15100
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

**NOTA:**

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



Quim. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 11 de Mayo de 2017

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
E-mail: labfcam@hotmail.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG170485**

**CLIENTE** Razón Social : ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL  
 Dirección : Shancayan Bajo S/N, Independencia  
 Atención : Rocio Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Río más Penca  
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
 Procedencia : Río Chucchun - Carhuaz  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170318

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 05/Mayo/2017  
 Fecha de análisis : 05 de Mayo al 12 de Mayo/2017  
 Cotización N° : CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 10
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	04/05/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	16:30
					Código del Laboratorio	AG170612
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		99.3
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2012 (*)	.....		8.18
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		63
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		4.30
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.072
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		15120
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

**NOTA:**

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



Quim. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Huaraz, 12 de Mayo de 2017

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N.º LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG170486**

**CLIENTE** Razón Social : ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL  
Dirección : Shancayan Bajo S/N, Independencia  
Atención : Rocio Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Río más Trigo  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Río Chucchun - Carhuaz  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170319

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 05/Mayo/2017  
Fecha de análisis : 05 de Mayo al 12 de Mayo/2017  
Cotización N° : CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 11
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	05/05/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	12:00
					Código del Laboratorio	AG170613
<b>FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>						
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		112.0
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B -Versión 2012 (*)	.....		7.51
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		75
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		2.76
<b>MT METALES TOTALES</b>						
MTD1	Aluminio total	mg/l Al	Cromozul S (*)	0.020		0.039
<b>CM INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>						
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		15040
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



Quim. Marió Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 12 de Mayo de 2017

**Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.**

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

FI-001/Versión: 01/F.E.: 22-03-10

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG170570**

**CLIENTE** Razón Social : ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL  
Dirección : Pje. Águila Real S/N - Shancayan Bajo S/N, Independencia  
Atención : Rocio Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Río  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Río Chuchun - Carhuaz  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170358

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 30/Mayo/2017  
Fecha de análisis : 30 de Mayo al 06 de Junio/2017  
Cotización N° : CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 12
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	30/05/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	12:30
					Código del Laboratorio	AG170700
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		123.2
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2012 (*)	.....		6.60
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		72
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		10.04
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		14720
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

**NOTA:**

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



*Quim. Mario Leyva Collas*  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 06 de Junio de 2017

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash, Tel.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG170574**

**CLIENTE** Razón Social : ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL  
Dirección : Pje. Aguila Real S/N - Shancayan Bajo S/N, Independencia  
Atención : Rocio Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Río más Pencia  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Río Chucchun - Carhuaz  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170360

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 31/Mayo/2017  
Fecha de análisis : 31 de Mayo al 07 de Junio/2017  
Cotización N° : CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 13
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	31/05/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	16:00
					Código del Laboratorio	AG170704
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		128.6
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B -Versión 2012 (*)	.....		6.94
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		70
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		4.17
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		15410
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



*Mario Leyva Collas*  
Quím. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 07 de Junio de 2017

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

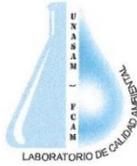
Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG170575**

**CLIENTE** Razón Social : ROCIO RONDOÑO CHAVEZ - QUISPE BARRETO MIGUEL  
Dirección : Pje. Aguila Real S/N - Shancayan Bajo S/N, Independencia  
Atención : Rocio Rondoño Chavez - Quispe Barreto Miguel

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Río más Trigo  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Río Chucchun - Carhuaz  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170360

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 31/Mayo/2017  
Fecha de análisis : 31 de Mayo al 07 de Junio/2017  
Cotización N° : CO170281

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Ag - 14
					Fecha de muestreo	31/05/2017
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	16:00
					Código del Laboratorio	AG170705
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....	125.7	
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2012 (*)	.....	7.05	
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1	74	
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	4.64	
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1	15290	
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1	14400	
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1	6600	
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1	2760	

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

**NOTA:**

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



Quim. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 07 de Junio de 2017

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
E-mail: labfcam@hotmail.com