

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



**“DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE
SEDIMENTACIÓN UTILIZANDO EL ALMIDÓN DE
MANIHOT ESCULENTA (YUCA),
PARA LA CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS
SUPERFICIALES DEL RÍO MACASHCA – 2016”**

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

AUTOR:

Bach. MAX STEVEN, PAJUELO HENOSTROZA

ASESOR:

MSc. MARTÍN MIGUEL, HUAMÁN CARRANZA

HUARAZ – ANCASH - PERÚ

SETIEMBRE – 2018

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



**“DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE
SEDIMENTACIÓN UTILIZANDO EL ALMIDÓN DE
MANIHOT ESCULENTA (YUCA),
PARA LA CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS
SUPERFICIALES DEL RÍO MACASHCA – 2016”**

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

AUTOR:

Bach. MAX STEVEN, PAJUELO HENOSTROZA

ASESOR:

MSc. MARTÍN MIGUEL, HUAMÁN CARRANZA

HUARAZ – ANCASH - PERÚ

SETIEMBRE – 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
FACULTAD CIENCIAS DEL AMBIENTE



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

Los Miembros del Jurado Evaluador que suscriben, reunidos para la Ceremonia de Sustentación de la Tesis, que presenta el Señor Bachiller: **MAX STEVEN PAJUELO HENOSTROZA**.

Tesis Titulada: **“DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN UTILIZANDO EL ALMIDÓN DE MANIHOT ESCULENTA (YUCA), PARA LA CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL RIO MACASHCA—2016”**

Y atendida a la exposición oral y oída las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas lo declaramos:

..... *Aprobado*

Con el calificativo de:

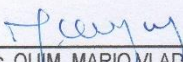
..... *15 (Quince)*

En consecuencia, queda en condiciones de ser **APROBADO** por el Consejo de Facultad y recibir el Título Profesional de:

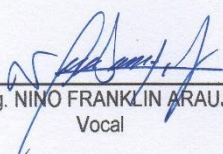
INGENIERO SANITARIO

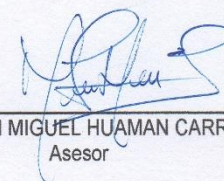
De conformidad con el Art. 113° numeral 113.9 del reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 432-2016-UNASAM del 28-12-2016).

Huaraz, *05* de *Setiembre* del 2018.


MSc. QUIM. MARIO VLADIMIR LEYVA COLLAS
Presidente


MSc. Blga. ROSARIO ADRIANA POLO SALAZAR
Secretaria


Ing. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA
Vocal


Ing. MARTIN MIGUEL HUAMAN CARRANZA
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida, por fortalecer mi camino, al mantener su Espíritu conmigo y obrar correctamente, para poder concluir con este trabajo.

A MI MADRE MARIA HENOSTROZA

Por su apoyo incondicional en cada momento, por su Amor, su Humildad, por ayudarme a ser Servicial con todas las Personas y sobre todo por ser un ejemplo en mi vida, por ser mi fuerza día a día.

A MI ABUELO JULIO HENOSTROZA

Por estar ahí en cada momento, por ser un ejemplo a seguir, por darme valores que me ayudan a ser mejor Persona e Hijo.

A MI ABUELA SUSANA MELGAREJO

Por darme Tu amor, por ayudarme a valorar las cosas, a ser Respetuoso y por darme el ejemplo de Amar a Dios en primer lugar.

A MIS TIOS, TIAS, PRIMOS Y PRIMAS

Porque fueron quienes me apoyaron en todo momento, en las buenas y en las malas, por ayudarme a sonreír cada día más.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, quien me acogió en todo este periodo de estudios, a sus docentes por impartirme el conocimiento y sobre todo el apoyo necesario para cumplir mis metas.

Agradezco al Laboratorio de Calidad Ambiental, por la ayuda necesaria en los análisis de muestra y en los equipos proporcionados.

Al MSc. Martin Miguel, Huamán Carranza, tutor y director del trabajo, por brindarme su amistad, por su colaboración, sus aportes y su paciencia, en el desarrollo de la Tesis.

A mis amistades quienes me apoyaron incondicionalmente en cada momento, dándome consejos, aportes para poder lograr este objetivo.

A todos ustedes, ¡MUCHAS GRACIAS!

**MAX STEVEN
PAJUELO HENOSTROZA**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Pajuelo Henostroza, Max Steven, Identificado con DNI N° 46408148 y Código Universitario N° 081.0704.544; Estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, declaro que el trabajo académico de la tesis titulada “Determinar la Velocidad de Sedimentación por medio del Almidón de Manihot Esculenta – Yuca, para la clarificación del agua del rio Macashca” presentado en 181 folios, para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Sanitario, es de mi Autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes de acuerdo a lo establecido por las normas de elaboración de trabajo académico.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresadamente señaladas 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.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De 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, 09 de Noviembre del 2018

Max Steven, Pajuelo Henostroza
Código Universitario N° 081.0704.544
DNI: 46408148

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNASAM

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI.

Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: Pajuelo Henostroza, Max Steven

Código de Alumno: 081.0704.544

Teléfono: 970563408

Correo Electrónico: max.henostroza@gmail.com

DNI o Extranjería: 46408148

2. Modalidad de trabajo de Investigación:

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

3. Título profesional o grado académico:

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

“DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN UTILIZANDO EL ALMIDÓN DE MANIHOT ESCULENTA (YUCA), PARA LA CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL RÍO MACASHCA - 2016”

5. Facultad de: Facultad de Ciencias del Ambiente

6. Escuela, Carrera o Programa: Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: Huamán Carranza, Martin Miguel

Teléfono: 944970284

Correo Electrónico: martinmhc@outlook.com

DNI o Extranjería: 44779016

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma:

D.N.I.:

FECHA:

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iii
ÍNDICE.....	v
RELACION DE FIGURAS	ix
RELACION DE GRÁFICOS	x
RELACION DE TABLAS	xii
RELACION DE FOTOGRAFÍAS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii

CAPÍTULO I

INTRODUCCION	1
1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA, TÉCNICA O HUMANISTA.....	1
1.1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.1.2. FUNDAMENTACIÓN DE LA TESIS	3
1.2. TRABAJOS PREVIOS.....	3
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS CON EL TEMA.....	4
1.3.1. EL AGUA	4
1.3.2. COLOIDES	13
1.3.3. COAGULACIÓN	14
1.3.3. FLOCULACION	17
1.3.4. RELACIÓN ENTRE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN	20
1.3.5. INFLUENCIA DE LA DOSIS DEL COAGULANTE	22
1.3.6. DEFINICIÓN Y ESTRUCTURA DEL POLÍMERO	24

1.3.7. CLASIFICACIÓN DE LOS POLÍMEROS	25
1.3.8. COMPOSICIÓN DE LOS ALMIDONES	26
1.3.9. PRINCIPALES COAGULANTES	28
1.3.10. TURBIDEZ	29
1.3.11. SÓLIDOS	29
1.3.12. COLIFORMES	31
1.3.13. HIERRO	32
1.3.14. COLOR DEL AGUA	32
1.3.15. TEMPERATURA	33
1.3.16. pH.....	33
1.3.17. TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE.....	34
1.3.18. MANIHOT ESCULENTA (YUCA)	37
1.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	44
1.4.1. VELOCIDAD DE SEDIMENTACION	44
1.4.2. ALCALINIDAD.....	44
1.4.2. pH	44
1.4.3. TURBIEDAD	44
1.4.4. CLARIFICACIÓN	44
1.4.5. PRUEBA DE JARRAS.....	44
1.4.6. ALMIDÓN	44
1.4.7. GLUCOSA	45
1.4.8. NTU	45
1.4.9. FLOC	45
1.4.10. REMOCIÓN DE SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	45
1.5. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	45
1.6. FORMULACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	46
1.7. JUSTIFICACIÓN.....	47

1.7.1. SOCIAL	47
1.7.2. ECONÓMICA.....	47
1.7.3. AMBIENTAL.....	47
1.8. OBJETIVOS.....	48
1.8.1. OBJETIVO GENERAL.....	48
1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	48
1.9. HIPÓTESIS.....	48

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO.....	49
2.1. METODOLOGÍA.....	49
2.1.1. MATERIAL Y MÉTODOS DE LA TESIS.....	49
2.1.2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO.....	50
2.1.3. PREPARACIÓN DEL RECIPIENTE.....	50
2.1.4. PREPARACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA.....	51
2.1.5. TOMA DE MUESTRA DEL AGUA.....	54
2.1.6. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	56
2.1.7. PREPARACIÓN CUANTITATIVA DEL EFLUENTE.....	59
2.2. TIPO DE ESTUDIO.....	62
2.2.1. SEGÚN PROPÓSITO O APLICACIÓN.....	62
2.2.2. SEGÚN SU NATURALEZA, PROFUNDIDAD Y/O ALCANCE.....	62
2.3. DISEÑO.....	62
2.3.1. DISEÑO PRE EXPERIEMENTAL.....	62
2.4. VARIABLES.....	63
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	63
2.6. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	64
2.6.1. POBLACIÓN.....	64
2.6.2. MUESTRA.....	64

2.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	64
2.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN.....	64
2.8.1 ELECCIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA	64
2.8.2. DEFINICIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA	64
2.8.3. DEFINIR EL NIVEL DE PROBABILIDAD ALFA (α).....	65
2.8.4. CRITERIO PARA DETERMINAR NORMALIDAD	65
2.8.5. DECISIÓN ESTADÍSTICA	65
2.9. ÁMBITO DE ESTUDIO	65
2.9.1. UBICACIÓN.....	65
2.9.2. ACCESO	69

CAPÍTULO III

RESULTADOS.....	70
3.1. RESULTADOS DEL ALMIDÓN DE YUCA.....	70
3.1.1. RESULTADOS DE LA EXTRACCIÓN	70
3.1.2. RESULTADOS DEL TEST DE JARRAS	70
3.1.3. RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO.....	100
3.1.4. PÁRAMETROS GENERALES	121
3.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	122
3.2.1. PARÁMETRO DE VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN	122
3.2.2. PARÁMETRO DE TURBIEDAD	124
3.2.3. PARÁMETRO DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	126

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN	128
4.1. DISCUSIÓN DEL ALMIDÓN DE LA YUCA.....	128

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
5.1. CONCLUSIONES DEL ALMIDÓN DE LA YUCA	130
5.1.1. ANALISIS FISICO-QUIMICO	130
5.1.2. ANALISIS MICROBIOLOGICO	132
5.2. RECOMENDACIONES DEL ALMIDÓN DE LA YUCA	133

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134
ANEXOS	137
ANEXO 1: REGISTRO DE FOTOGRAFIAS	138
1.1. RECOJO DE MUESTRAS PARA EL ANALISIS EN LABORATORIO	138
1.2. RECOJO DEL AGUA PARA LA PRUEBA DE JARRAS	140
1.3. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACION	141
1.4. ENSAYO EN LA PRUEBA DE JARRAS	144
1.5. PRUEBAS DE LABORATORIO	148

RELACION DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de Coagulación – Floculación	15
Figura 2 Fases de la Coagulación	24
Figura 3 Estructura de un Polímero Natural.....	26
Figura 4 Estructura de Segmentos de Amilosa.....	27
Figura 5 Estructura de Segmentos de la Amilopectina	27
Figura 6 Diferencia Esquemática entre Amilosa y Amilopectina	28
Figura 7 Procesos para el Tratamiento de Agua.....	35
Figura 8 Características morfológicas de una planta de yuca (Manihot Esculenta).....	38
Figura 9 Raíz de la Yuca	41
Figura 10 Corte Transversal de la raíz de la Yuca.....	43
Figura 11 Ubicación Política del Población de Macashca	68

Figura 12 Ubicación del Río de Macashca.....	68
--	----

RELACION DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Dosis Optima del Primer Muestreo	70
Gráfico 2 Concentración Optima del Primer Muestreo	72
Gráfico 3 pH Optima del Primer Muestreo	73
Gráfico 4 Turbiedad (UNT) Vs Tiempo de Floculación (min)	74
Gráfico 5 Gradiente (S-1) Vs Tiempo (min)	74
Gráfico 6 Co Vs Velocidad de Sedimentación (cm/s)	76
Gráfico 7 Dosis Optima del Segundo Muestreo	77
Gráfico 8 Concentración Optima del Segundo Muestreo	78
Gráfico 9 pH Optima del Segundo Muestreo	79
Gráfico 10 Turbiedad (UNT) Vs Tiempo de Floculación (min)	80
Gráfico 11 Gradiente (S-1) Vs Tiempo (min)	80
Gráfico 12 Co Vs Velocidad de Sedimentación (cm/s)	82
Gráfico 13 Dosis Optima del Tercer Muestreo	83
Gráfico 14 Concentración Optima del Tercer Muestreo.....	84
Gráfico 15 pH Optima del Tercer Muestreo	85
Gráfico 16 Turbiedad (UNT) Vs Tiempo de Floculación (min)	86
Gráfico 17 Gradiente (S-1) Vs Tiempo (min)	86
Gráfico 18 Co Vs Velocidad de Sedimentación (cm/s)	88
Gráfico 19 Dosis Optima del Cuarto Muestreo	89
Gráfico 20 Concentración Optima del Cuarto Muestreo	90
Gráfico 21 pH Optima del Tercer Muestreo	91
Gráfico 22 Turbiedad (UNT) Vs Tiempo de Floculación (min)	92
Gráfico 23 Gradiente (S-1) Vs Tiempo (min)	92
Gráfico 24 Co Vs Velocidad de Sedimentación (cm/s)	94
Gráfico 25 Dosis Optima del Cuarto Muestreo	95
Gráfico 26 Concentración Optima del Cuarto Muestreo	96
Gráfico 27 pH Optima del Tercer Muestreo	97
Gráfico 28 Turbiedad (UNT) Vs Tiempo de Floculación (min)	98
Gráfico 29 Gradiente (S-1) Vs Tiempo (min)	98

Gráfico 30 Co Vs Velocidad de Sedimentación (cm/s)	100
Gráfico 31 % de Remoción en Función de la Velocidad de Sedimentación (cm/s)	101
Gráfico 32 Velocidad de Sedimentación (cm/s) Vs Dosis del Coagulante	102
Gráfico 33 % de Remoción de Turbidez	103
Gráfico 34 Turbiedad Vs Muestras	104
Gráfico 35 Turbiedad Vs Muestras	104
Gráfico 36 % de Remoción de los Sólidos Totales Disueltos	105
Gráfico 37 Sólidos Totales Disueltos Vs Muestras	106
Gráfico 38 Turbiedad Vs Muestras	106
Gráfico 39 Color Vs Muestras	107
Gráfico 40 Color Vs Muestras	108
Gráfico 41 % de Remoción de Conductividad	109
Gráfico 42 Conductividad Vs Muestras	110
Gráfico 43 Conductividad Vs Muestras	110
Gráfico 44 % de Remoción de Hierro	111
Gráfico 45 Hierro Vs Muestras	112
Gráfico 46 Hierro Vs Muestras	112
Gráfico 47 % de Remoción de Coliformes Totales	113
Gráfico 48 Coliformes Totales Vs Muestras	114
Gráfico 49 Coliformes Totales Vs Muestras	115
Gráfico 50 % de Remoción de Coliformes Fecales	116
Gráfico 51 Coliformes Fecales Vs Muestras	117
Gráfico 52 Coliformes Fecales Vs Muestras	117
Gráfico 53 % de Remoción de Escherichia Coli	118
Gráfico 54 Escherichia Coli Vs Muestras	119
Gráfico 55 Escherichia Coli Vs Muestras	120
Gráfico 56 Velocidad de Sedimentación	122
Gráfico 57 Velocidad de Sedimentación	123
Gráfico 58 Turbiedad	124
Gráfico 59 Sólidos Totales Disueltos	126

RELACION DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades Físicas del Agua	6
Tabla 2 Alteraciones Físicas del Agua.....	7
Tabla 3 Alteraciones Químicas del Agua.....	8
Tabla 4 Alteraciones Biológicas del Agua.....	10
Tabla 5 Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos .	11
Tabla 6 Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica	12
Tabla 7 Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos	12
Tabla 8 Modificadores de pH.....	16
Tabla 9 Coagulantes Metálicos.....	28
Tabla 10 Arcillas más Comunes	29
Tabla 11 Composición química de la harina de yuca de la raíz completa y de la raíz sin cascara (Base Seca).....	38
Tabla 12 Clasificación Científica	42
Tabla 13 Materiales y Métodos	49
Tabla 14 Variables Independiente y Dependiente	63
Tabla 15 Operacionalización de Variables.....	63
Tabla 16 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos.....	64
Tabla 17 Acceso a Macashca	69
Tabla 18 Dosis optima	70
Tabla 19 Dosis Optima Seleccionada	71
Tabla 20 Concentración optima.....	71
Tabla 21 Concentración Optima Seleccionada.....	72
Tabla 22 pH optima	72
Tabla 23 pH Optima Seleccionada	73
Tabla 24 Parámetros de Floculación.....	73
Tabla 25 Gradientes de Velocidades Optimas de Floculación	74
Tabla 26 Parámetros de Decantación.....	75
Tabla 27 Tasa de Decantación.....	75
Tabla 28 Dosis optima	76
Tabla 29 Dosis Optima Seleccionada	77
Tabla 30 Concentración Optima.....	77
Tabla 31 Concentración Optima Seleccionada.....	78

Tabla 32 pH optima	78
Tabla 33 ph Optima Seleccionada	79
Tabla 34 Parámetros de Floculación.....	79
Tabla 35 Gradientes de Velocidades Optimas de Floculación	80
Tabla 36 Parámetros de Decantación.....	81
Tabla 37 Tasa de Decantación.....	81
Tabla 38 Dosis optima	82
Tabla 39 Dosis Optima Seleccionada	83
Tabla 40 Concentración optima.....	83
Tabla 41 Concentración Optima Seleccionada.....	84
Tabla 42 pH optima	84
Tabla 43 pH Optima Seleccionada	85
Tabla 44 Parámetros de Floculación.....	85
Tabla 45 Gradientes de Velocidades Optimas de Floculación	86
Tabla 46 Parámetros de Decantación.....	87
Tabla 47 Tasa de Decantación.....	87
Tabla 48 Dosis optima	88
Tabla 49 Dosis Optima Seleccionada	89
Tabla 50 Concentración optima.....	89
Tabla 51 Concentración Optima Seleccionada.....	90
Tabla 52 pH optima	90
Tabla 53 pH Optima Seleccionada	91
Tabla 54 Parámetros de Floculación.....	91
Tabla 55 Gradientes de Velocidades Optimas de Floculación	92
Tabla 56 Parámetros de Decantación.....	93
Tabla 57 Tasa de Decantación.....	93
Tabla 58 Dosis optima	94
Tabla 59 Dosis Optima Seleccionada	95
Tabla 60 Concentración optima.....	95
Tabla 61 Concentración Optima Seleccionada.....	96
Tabla 62 pH optima	96
Tabla 63 pH Optima Seleccionada	97
Tabla 64 Parámetros de Floculación.....	97
Tabla 65 Gradientes de Velocidades Optimas de Floculación	98

Tabla 66 Parámetros de Decantación.....	99
Tabla 67 Tasa de Decantación.....	99
Tabla 68 Velocidad de Sedimentación (cm/s).....	101
Tabla 69 % de Remoción de la Turbiedad	102
Tabla 70 % de Remoción de los Solidos Totales Disueltos	105
Tabla 71 % de Remoción de Color	107
Tabla 72 % de Remoción de Conductividad	108
Tabla 73 % de Remoción de Hierro.....	111
Tabla 74 % de Remoción de Coliformes Totales	113
Tabla 75 % de Remoción de Coliformes Fecales	115
Tabla 76 % de Remoción de Escherichia Coli	118
Tabla 77 Resultados del Análisis de Laboratorio	121
Tabla 78 Velocidad de Sedimentación.....	122
Tabla 79 Turbiedad	124
Tabla 80 Turbiedad	125
Tabla 81 Sólidos Totales Disueltos	126
Tabla 82 Sólidos Totales Disueltos	127

RELACION DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Equipo de Prueba de Jarras.....	50
Fotografía 2 Recipiente para el Almidón	51
Fotografía 3 Lavado, Pelado y Picado de la Yuca.....	52
Fotografía 4 Rayado de la Yuca	52
Fotografía 5 Licuado de la Yuca	53
Fotografía 6 Filtrado de la Yuca.....	53
Fotografía 7 Almidón de la Yuca	54
Fotografía 8 Toma de Muestra de Agua del Río Macashca	55
Fotografía 9 Toma de Muestra de Agua del Río Macashca	56
Fotografía 10 Pesado del Almidón de Yuca.....	57
Fotografía 11 Calentado del Almidón de Yuca	57
Fotografía 12 Preparación del almidón a concentraciones diferentes	58
Fotografía 13 Inyección del Almidón de Yuca al Equipo.....	58

Fotografía 14 Resultados en el Turbidímetro	59
Fotografía 15 Río Macashca - Distrito de Huaraz	138
Fotografía 16 Toma de Muestras	138
Fotografía 17 Cerrado de la Botellas con la Muestras	139
Fotografía 18 Muestras para el Análisis de Laboratorio	139
Fotografía 19 Recojo del Agua - Río Macashca.....	140
Fotografía 20 Recojo del Agua - Río Macashca.....	140
Fotografía 21 Equipo de Prueba de Jarras.....	141
Fotografía 22 Turbidímetro	141
Fotografía 23 pH metro - 1.....	142
Fotografía 24 pH metro - 2.....	142
Fotografía 25 Balanza Analítica	143
Fotografía 26 Plancha de Calentamiento	143
Fotografía 27 Calentado de la Solución del Coagulante	144
Fotografía 28 Preparación de la Solución del Coagulante	144
Fotografía 29 Soluciones Preparadas para Inyectar a la Prueba de Jarras	145
Fotografía 30 Inyectado de la Solución del Coagulante	145
Fotografía 31 Toma de la Muestra después de Correr la Prueba de Jarras	146
Fotografía 32 Lectura en el Turbidímetro	146
Fotografía 33 Lectura del Turbidímetro.....	147
Fotografía 34 Muestras Finales del Almidón de Yuca	147

RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis tiene como principal eje la Determinación de la Velocidad de Sedimentación Utilizando el Almidón de *Manihot Esculenta* (Yuca), para la Clarificación de las Aguas Superficiales del Rio Macashca, Para lo cual se hizo los análisis correspondientes con la Prueba de Jarras, ello nos demuestra la remoción de los componentes tanto Fisico-Químicos como los Microbiológicos: La turbiedad en un 88.70%, los Sólidos Totales Disueltos en un 31% los Coliformes Totales en un 99.86%, los Coliformes Fecales en un 99.85% y Escherichia Coli en un 99.64%, con una Dosis de 21 mg/l. que viene a ser nuestra Dosis Optima, la Concentración optima de 0.8%, el pH óptimo de 7.5 unidades estando dentro del rango de 6.5 a 8.5 unidades, las Gradientes de Velocidades que son (60 s-1, 40 s-1, 40 s-1, 40 s-1, 25 s-1 y 25 s-1), con Tiempos (5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 25 min, y 30 min.) Respectivamente, la Velocidad de Sedimentación es de 0.833 cm/s, todo ello de acuerdo a las condiciones iniciales que el agua cruda presenta en este tiempo de estudio.

Los resultados obtenidos muestran que el Almidón de *Manihot Esculenta* (Yuca), reduce la turbiedad a valores menores de 5 UNT (límite de DS N° 031 – 2010 -SA) con una Velocidad de sedimentación de 0.833 cm/s.

De la prueba realizada se puede concluir, que el coagulante natural nos ayuda en la determinación de la velocidad de Sedimentación aproximándose a 1 cm/s, con ello determinamos que la turbiedad fue removida en altos porcentajes con una Dosis de 21 mg/l, una Concentración de 0.8% y un pH de 7.5.

Palabras Clave: Velocidad de Sedimentación, Prueba de jarras, Turbiedad, Coliformes, Sólidos Totales Disueltos, Dosis, Concentración y pH

ABSTRACT

The main thesis of this thesis is the Determination of Sedimentation Velocity Using the Manihot Esculenta Starch (Yuca), for the Clarification of the Surface Waters of the Macashca River, for which the corresponding analyzes were done with the Pitcher Test, it shows the removal of both physical-chemical and microbiological components: turbidity in 88.70%, total solids dissolved in 31% total coliforms in 99.86%, fecal coliforms in 99.85% and Escherichia coli in a 99.64%, with a dose of 21 mg/l. which is our Optimum Dose, the Optimum Concentration of 0.8%, the optimal pH of 7.5 units being within the range of 6.5 to 8.5 units, the Gradients of Speeds that are (60 s⁻¹, 40 s⁻¹, 40 s⁻¹, 40 s⁻¹, 25 s⁻¹ and 25 s⁻¹), with Times (5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 25 min, and 30 min.) Respectively, the Sedimentation Rate is 0.833 cm/s, all according to the initial conditions that the raw water presents in this time of study.

The results obtained show that the Manihot Esculenta Starch (Yucca), reduces the turbidity to values lower than 5 UNT (limit of DS N ° 031 - 2010 -SA) with a Sedimentation Speed of 0.833 cm/s.

From the test performed it can be concluded that the natural coagulant helps us in the determination of Sedimentation velocity approaching 1 cm/s, with this we determine that the turbidity was removed in high percentages with a dose of 21 mg/l, a Concentration of 0.8% and a pH of 7.5.

Key Words: Sedimentation Rate, Jar Test, Turbidity, Coliforms, Total Dissolved Solids, Dosage, Concentration and pH

CAPÍTULO I: INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA, TÉCNICA O HUMANISTA

1.1.1. ANTECEDENTES

GLAUCO OLIVEIRA, Santos, CARLOS AUGUSTO DE JESUS, Xavier y LUANDA SILVA, Tome (2012) (Tesis) – Brasil, realizaron un estudio de “Polímero Natural del almidón de la mandioca como auxiliar de floculación en tratamiento de agua para abastecimiento público”, Ese trabajo muestra como puede ser producido y utilizado el polímero de almidón de la mandioca, como auxiliar de floculación en tratamiento de agua para abastecimiento público.

Tiene como objetivo, probar la eficiencia del polímero de almidón de la mandioca en comparación de un polímero sintético poliacrilamida, que hoy es el más utilizado para este fin. El tratamiento con PAM, evita que la poliacrilamida pueda dejar agua en monómera acrilamida que es altamente toxico, y si el contaminante ocurre por un periodo de tiempo largo hasta tener un efecto cancerígeno el que consume esta agua. Una gran dificultad que se encuentra en mayor parte de las estaciones de tratamiento de agua, en Brasil, y en el crecimiento acelerado, o ser, el rápido aumento de la demanda de agua tratada. Debido a la falta de inversión para la aplicación de los sistemas, una mayor parte de este objetivo arriba de su capacidad de producción. Con la fabricación de agua producida perdiendo

cualidades. Esas alternativas para volver a entender adecuadamente, sus demandas actuales.

Inversiones para la ampliación de ETAs, existentes o construcciones de nuevas modificaciones en el proceso para aumentar la velocidad de producción. Así, y en este sentido que se busca a través de este objetivo, evaluar los beneficios utilizados del PAM para aumentar las velocidades de decantación de una ETA, mejorando las cualidades del agua tratada, a través de la sustitución de un polímero sintético, por un natural y más eficiente. En las pruebas realizadas con el PAM fue posible constatar su eficiencia, mostrando que realmente es posible sustituir a la poliacrilamida por el polímero natural del almidón de la mandioca.

ULIN RAMIREZ, Ligia Iveth (2016) (Tesis) – Guatemala, “Evaluación del Rendimiento del Almidón de Yuca (Manihot esculenta) Modificado con Hidróxido de Sodio en Mezclas con Diferentes Coagulantes Inorgánicos, en Comparación con la Poliamina N-50”, Se evaluó el rendimiento, expresado como porcentaje de remoción de turbiedad y color, del almidón de yuca (Manihot esculenta) modificado con hidróxido de sodio en mezclas con diferentes coagulantes inorgánicos, como coadyuvante de coagulación, en comparación con la poliamina N-50 en el proceso de clarificación del agua del río Villalobos.

Se prepararon mezclas de coagulantes inorgánicos: cloruro férrico, sulfato de aluminio y clorhidróxido de aluminio con almidón de yuca modificado con hidróxido de sodio y paralelamente con la poliamina N-50. Se estudió el funcionamiento de dos proporciones de mezcla, 95:5 y 90:10. Por medio de pruebas de jarras realizadas a nivel laboratorio, se encontraron las dosis óptimas de las mezclas de coagulantes inorgánicos con la poliamina N-50 y luego se evaluaron las mezclas de coagulantes inorgánicos con almidón de yuca modificado con hidróxido de sodio aplicando las dosis óptimas encontradas anteriormente.

Al aplicar la misma dosis, el almidón de yuca modificado y la poliamina N-50 como coadyuvantes de coagulación poseen un funcionamiento similar y las diferencias que pudieran existir entre ellos, para la remoción de turbiedad y color en una muestra de agua residual representativa, no son significativas si se mezcla el almidón de yuca con un coagulante inorgánico altamente eficiente.

1.1.2. FUNDAMENTACIÓN DE LA TESIS

- El método utilizado mediante el coagulante natural, para la clarificación del agua, no ayuda en la remoción de los parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos, con la finalidad de que el agua pueda ser tratada y ser de consumo humano para la población.
- Los coagulantes naturales son mayormente usados por su bajo costo en zonas rurales, y a su vez son de mayor producción en esas zonas.
- Debemos de aprovechar mejor estos coagulantes naturales, para el tratamiento del agua y su potabilización.
- Involucrarnos más en la investigación de nuevos coagulantes con el fin de mejorar la potabilización de agua, y de que el agua pueda ser consumida cumpliendo con los límites establecidos en el reglamento.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

INGENIERO MOSCOZO BARRIOS, Luis Roberto (2015) (Tesis), Guatemala, Realizo un estudio “Uso del Almidón de Yuca como sustituto del sulfato de aluminio en el proceso de coagulación-floculación en sistemas de tratamiento de agua para potabilización”, El uso de polímeros como ayudantes de coagulación y floculación está bastante extendido y es práctica corriente en muchas plantas de tratamiento de agua. Desde el punto de vista ambiental, hay reportes que en el análisis realizado a muestras de aguas potabilizadoras se han encontrado trazas de sulfato de aluminio (Arboleda et al, (1975)), de esto la investigación es orientada a encontrar qué porcentaje del sulfato de aluminio puede ser sustituido por almidón de yuca, en el proceso de coagulación- floculación para la potabilización de agua.

Lo anterior se logra a través del aislamiento del almidón de yuca donde se emplea la metodología de Aparicio (2003), este se utiliza yuca común para el consumo humano; donde de una serie de pasos se logra aislar el almidón de yuca. Los diferentes niveles de turbiedad se lograron empleando arcilla llamada caolín, para establecer turbiedades que van de 0 a 1000 NTU. Luego de determinar la dosis óptima de 70 miligramos por litro de sulfato de aluminio a través de la prueba de jarras su fue sustituyendo el sulfato de aluminio por almidón de yuca en proporciones del 20 %. De esto, y luego de realizar 60 pruebas para determinar si es posible sustituir el sulfato de aluminio hasta un 40 % por

almidón de yuca para lograr valores inferiores a 5 NTU, se determinó que sí es posible para ciertos valores de turbiedad iniciales.

A pesar que los valores de sustitución resultan ser elevados para el empleo de un producto natural, el análisis económico del empleo del almidón de yuca en el proceso indica que no reduce los costos, al contrario, incrementaría los costos de operación de una planta potabilizadora.

RAMIREZ MOSQUERA, Javier Eduardo y CABRERA LARA, Gabriela (Tesis) – Potosí, “Almidón Extraído de la Yuca (Manihot Esculenta Crantz), como Coagulante Alternativo para el Tratamiento del agua de la Quebrada Yamuequer Municipio de Potosí”, En esta Investigación, se evalúa el uso del almidón extraído de la yuca (Manihot Esculenta Crantz) como coagulante natural alternativo para el tratamiento del agua de la quebrada Yamuesquer que abastece al municipio de Potosí-Nariño. El almidón es sometido a un proceso de gelatinización en frío mediante el uso de hidróxido de sodio (NaOH), también conocido como soda caustica.

Mediante ensayos de simulación del proceso coagulación-floculación (Prueba de Jarras), se determina el potencial de coagulación del almidón de yuca, además se evalúa los porcentajes de remoción de turbiedad y color por la acción del almidón de yuca como coagulante natural y del sulfato de aluminio como coagulante tradicional. El análisis se rige según la norma NTC 3903.

Inicialmente, se realiza un análisis del comportamiento de cada coagulante en condiciones iguales de concentración y dosificación, y se continúan los ensayos hasta definir una dosis de cada coagulante con la cual se obtenga un agua que cumpla con los requerimientos establecidos en el Decreto 1575 de 2007, con los resultados obtenidos se realiza una comparación de la eficiencia alcanzada con cada coagulante.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS CON EL TEMA

1.3.1. EL AGUA

➤ Generalidades

El agua, una molécula simple y extraña, puede ser considerada como el líquido de la vida. Es la sustancia más abundante en la biosfera, donde la encontramos en sus tres

estados y es además el componente mayoritario de los seres vivos, pues entre el 65 y el 95% del peso de la mayor parte de las formas vivas es agua. De no haberse formado el agua no habría vida en el planeta, y su degradación puede acabar con todos los seres vivos. (Moreno 2011)

Hasta el siglo XVIII, esta sustancia denominada apropiadamente “El solvente universal” se creyó que era un elemento y fue el químico inglés Cavendish quien sintetizó agua a partir de la combustión de aire e hidrógeno. Sin embargo, los resultados de este experimento no fueron interpretados hasta años más tarde, cuando Lavoisier propuso que el agua no era un elemento sino un compuesto formado por oxígeno y por hidrógeno, siendo su fórmula H_2O . (Barba Ho 2002)

➤ **Propiedades Generales del Agua**

El agua puede existir, al igual que toda materia, en estado sólido (hielo), líquido y gaseoso (vapor). La estructura de la molécula de agua y en especial, la unión mediante enlaces de hidrógeno, como hemos visto, le confiere unas propiedades físicas y químicas que pueden calificarse de excepcionales, y permiten explicar muchos fenómenos que suceden en el planeta. Este conjunto de propiedades únicas y diferentes (elevado calor específico, tensión superficial más elevada que cualquier otro líquido, disociación de la molécula de agua, etc.) son las que hacen que el agua sea una sustancia muy activa químicamente y el disolvente universal, por ello en la naturaleza el agua nunca es pura, siempre va a tener sustancias disueltas. (Moreno 2011)

Entre las principales propiedades de agua se encuentran las siguientes:

- **Físicas:**

El agua es un líquido inodoro e insípido. Tiene un cierto color azul cuando se concentra en grandes masas. A la presión atmosférica (760 mm de mercurio), el punto de fusión del agua pura es de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el punto de ebullición es de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, cristaliza en el sistema hexagonal, llamándose nieve o hielo según se presente de forma esponjosa o compacta, se expande al congelarse, es decir aumenta de volumen, de ahí que la densidad del hielo sea menor que la del agua y por ello el hielo flota en el agua líquida. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1g/cc). Su capacidad calorífica es superior a la de cualquier otro líquido o sólido, siendo su calor específico de 1 cal/g , esto significa que una

masa de agua puede absorber o desprender grandes cantidades de calor, sin experimentar apenas cambios de temperatura, lo que tiene gran influencia en el clima (las grandes masas de agua de los océanos tardan más tiempo en calentarse y enfriarse que el suelo terrestre). (Barba Ho 2002)

Tabla 1 *Propiedades Físicas del Agua*

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA	
Peso Molecular	18.016
Punto de Congelación	0 °C (32 °F)
Punto de Ebullición	100 °C (212 °F)
Temperatura Crítica	374.2 °C
Presión Crítica	218,4 atm
Calor de Fusión	79,7 cal/g
Calor de Vap. A 100 °C	539,5 cal/g
Calor Especifico	1 cal/g. °C

Fuente: (Moreno 2011)

- **Químicas:**

El agua es el compuesto químico más familiar para nosotros, el más abundante y el de mayor significación para nuestra vida. Su excepcional importancia, desde el punto de vista químico, reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que ocurren en la naturaleza, no solo en organismos vivos, sino también en la superficie no organizada de la tierra, así como los que se llevan a cabo en el laboratorio y en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua, esto es en disolución. Normalmente se dice que el agua es el disolvente universal, puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en ella. No posee propiedades ácidas ni básicas, combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas. (Barba Ho 2002)

- **Contaminación del Agua**

Por contaminación de agua entendemos la adición de sustancias a un cuerpo de agua que deteriora su calidad, de forma tal que deja de ser apto para el uso que fue designado. La materia extraña contaminante puede ser inerte como los compuestos de plomo o mercurio o viva como los microorganismos. (Barba Ho 2002)

La contaminación de las aguas es uno de los factores importantes que rompe la armonía entre el hombre y su medio tanto a corto, como a medio y largo plazo; por lo que la prevención y lucha contra ella constituye en la actualidad una necesidad de importancia prioritaria. (Moreno 2011)

Existen varios tipos de contaminación del agua:

- **Contaminaciones Físicas:**

Corresponden a variaciones en la calidad natural de las aguas.

Tabla 2 *Alteraciones Físicas del Agua*

ALTERACIONES FÍSICAS	CARACTERÍSTICAS Y CONTAMINACIÓN QUE INDICA
Color	El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen. Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores, pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación.
Olor y sabor	Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.
Temperatura	El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C. Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante.
Materiales en suspensión	Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas)
Radiactividad	Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad,

	debidos sobre todo a isotopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos.
Espumas	Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder auto depurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.
Conductividad	El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C

Fuente: (Echarri 1998)

- **Contaminaciones Químicas:**

Pueden ser de origen orgánico e inorgánico.

Tabla 3 *Alteraciones Químicas del Agua*

ALTERACIONES QUÍMICAS	CONTAMINACIÓN QUE INDICA
pH	Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO ₂ disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO ₂ formando un sistema tampón carbonato/bicarbonato. Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.
Oxígeno disuelto OD	Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.

<p>Materia orgánica biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)</p>	<p>DBO₅ es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cual está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta.</p>
<p>Materiales oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO)</p>	<p>Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo, la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.</p>
<p>Nitrógeno total</p>	<p>Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización. El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En los análisis habituales se suele determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal. El contenido en nitratos y nitritos se da por separado.</p>
<p>Fósforo total</p>	<p>El fósforo, como el nitrógeno, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización. El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfatos que son los que se determinan por análisis químico.</p>
<p>Aniones: cloruros nitratos nitritos fosfatos</p>	<p>indican salinidad indican contaminación agrícola indican actividad bacteriológica indican detergentes y fertilizantes indican acción bacteriológica anaerobia (aguas negras, etc.)</p>

sulfuros	indican contaminación de origen industrial
cianuros	en algunos casos se añaden al agua para la prevención de las caries, aunque es una práctica muy discutida.
fluoruros	
Cationes:	indica salinidad
sodio	están relacionados con la dureza del agua
calcio y magnesio	contaminación con fertilizantes y heces
amonio	de efectos muy nocivos; se bioacumulan en la cadena trófica; (se estudian con detalle en el capítulo correspondiente)
metales pesados	
Compuestos orgánicos	<p>Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos.</p> <p>Los fenoles pueden estar en el agua como resultado de contaminación industrial y cuando reaccionan con el cloro que se añade como desinfectante forman cloro fenoles que son un serio problema porque dan al agua muy mal olor y sabor.</p> <p>La contaminación con pesticidas, petróleo y otros hidrocarburos se estudia con detalle en los capítulos correspondientes.</p>

Fuente: (Echarri 1998)

- **Contaminaciones Biológicas:**

Se produce por la presencia de microorganismos patógenos.

Tabla 4 *Alteraciones Biológicas del Agua*

ALTERACIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA	CONTAMINACIÓN QUE INDICAN
Bacterias coliformes	Desechos fecales
Virus	Desechos fecales y restos orgánicos
Animales, plantas, microorganismos diversos	Eutrofización

Fuente: (Echarri 1998)

➤ Calidad de Agua

La calidad del agua es una variable fundamental del medio hídrico, tanto en lo que respecta a la caracterización ambiental como desde la perspectiva de la planificación hidrológica. Este término puede responder a varias definiciones, que se han visto reflejadas en la legislación a lo largo del tiempo. De forma tradicional se ha entendido por calidad de un agua el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que hacen que el agua sea apropiada para un uso determinado. Esta definición ha dado lugar a diversa normativa, que asegura la calidad suficiente para garantizar determinados usos, pero que no recoge los efectos y consecuencias que la actividad humana tiene sobre las aguas naturales. Cada uso que damos al agua requiere una calidad distinta de este recurso y recibe por ello un tratamiento diferente, tanto antes como después de su utilización. Solemos distinguir los usos del agua en tres grandes grupos: agrícola, industrial y urbano. (Moreno 2011)

Las características del agua para ser consideradas aptas para el consumo humano deben mantenerse dentro de los límites que son establecidos en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, dichos límites máximos se muestran a continuación:

Tabla 5 *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 o 44.5	0
Huevos y Larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/l	0
Virus	UFC/ml	0

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

Tabla 6 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
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000
Cloruros	mg/l Cl- L ⁻¹	250
Sulfatos	mg/l SO ₄ - L ⁻¹	250
Dureza Total	mg/l CaCO ₃ - L ⁻¹	500
Hierro	mg/l Fe- L ⁻¹	0.3
Manganeso	mg/l Mn- L ⁻¹	0.4
Aluminio	mg/l Al- L ⁻¹	0.2
Cobre	mg/l Cu- L ⁻¹	2
Zinc	mg/l Zn- L ⁻¹	3

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

Tabla 7 Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Arsénico	mg/l As- L ⁻¹	0.01
Cadmio	mg/l Cd- L ⁻¹	0.003
Cianuro	mg/l CN- L ⁻¹	0.07
Cromo	mg/l Cr- L ⁻¹	0.05
Mercurio	mg/l Hg- L ⁻¹	0.001
Níquel	mg/l Ni- L ⁻¹	0.02
Nitratos	mg/l NO ₃ - L ⁻¹	50
Nitritos	mg/l NO ₂ - L ⁻¹	3 exposición corta 0.2 Exposición Larga
Plomo	mg/l Pb- L ⁻¹	0.3
Molibdeno	mg/l Mo- L ⁻¹	0.4

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

1.3.2. COLOIDES

En general, son diminutas partículas sólidas que no sedimentan por la simple acción de la gravedad, pero pueden removerse del agua mediante técnicas como coagulación, filtración o acción biológica. Todas las partículas coloidales en una determinada dispersión acuosa, poseen la misma carga eléctrica neta ya sea positiva o negativa. Debido a esto existe entre ellas una repulsión electrostática, que las mantiene separadas, lo cual dificulta su remoción. (C. Rodriguez 2008)

➤ **Forma:**

La forma de los coloides tiene relación directa con sus propiedades. Sin embargo, no existe, una clasificación adecuada de las formas coloidales. Algunos las clasifican en isométricas y anisométricas. Las primeras son aquellas que tienen dimensiones uniformes en todas las direcciones (esferas, poliedros); las segundas son las que se extienden en una o dos dimensiones, estas pueden ser cilindros, láminas, cintas, etc. (C. Rodriguez 2008)

- **Propiedades:** Al presentar un movimiento browniano, esto significa que se mueven de manera constante e irregular. Sumado a esto, también poseen una gran área superficial específica, es decir, su masa es despreciable con respecto a su área. Gracias a esto, las partículas coloidales desafían a la gravedad, este comportamiento evita que puedan ser removidas por una sedimentación simple. Esto se debe a que, mediante su inmensa área superficial, los coloides adsorben iones en cantidades desiguales, originando la formación de una carga eléctrica que contribuye a su estabilidad. El grado de estabilidad está determinado por el potencial Z, el cual se relaciona con la carga y la distancia a través de la cual esta carga es efectiva. El efecto Tyndall-Faraday describe la forma como se dispersa la luz en una solución coloidal, este fenómeno se utiliza para determinar la turbiedad del agua, puesto que la dispersión de un haz incidente guarda una estrecha relación con el diámetro, número, masa, tamaño y forma de las partículas presentes en la muestra. (C. Rodriguez 2008)

1.3.3. COAGULACIÓN

En general el agua de uso doméstico o industrial debe recibir una serie de tratamientos previos para garantizar las condiciones de calidad requeridas por los potenciales consumidores. Una de las etapas fundamentales en cualquier proceso de adecuación, es la desestabilización eléctrica de las partículas coloidales, este fenómeno conocido como coagulación, permite que estos pequeños sólidos disueltos en el agua, se aproximen unos a otros lo suficiente como para aglomerarse y formar partículas de mayor tamaño que sedimentan por gravedad. (Singley 1986)

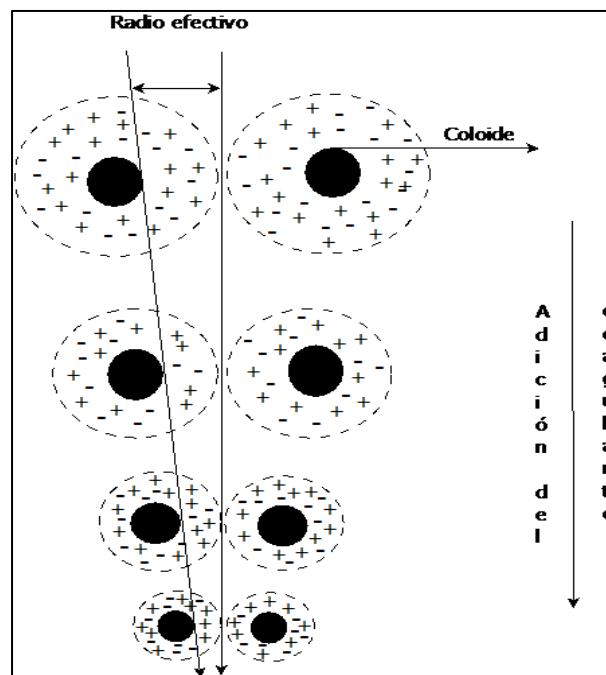
Este fenómeno ocurre al adicionar un agente coagulante, el cual cancela las cargas electrostáticas de las partículas al tiempo que origina una compresión de la capa difusa que rodea los coloides, lo cual les permite la formación de floc a través de un mecanismo de puentes Inter particulares, produciendo una malla porosa en función de su radio efectivo, facilitando así la formación de macro flóculos. (Singley 1986)

En resumidas cuentas, su objetivo principal es aglomerar las partículas coloidales para formar macropartículas de fácil sedimentación, con el fin de disminuir la cantidad de sólidos suspendidos y disueltos, por ende, la turbidez y color del agua. (Singley 1986)

Mediante este proceso también se espera:

- Remover los agentes patógenos susceptibles a ser coagulados
- Remover el color aparente del agua.
- Remover sustancias peligrosas para los humanos.
- Destruir las algas y el plancton, presente.

Figura 1 *Proceso de Coagulación – Floculación*



Fuente: Gómez N. “Remoción de la materia orgánica por Coagulación-Floculación” Universidad Nacional, Sede Manizales 2005

➤ **Sustancias químicas utilizadas para la coagulación.**

- **Coagulantes:** su función es realizar la desestabilización de las partículas para facilitar su remoción. Pueden ser metálicos, poliméricos o polielectrólitos, los hay sintéticos y naturales. En el Anexo B se muestra una lista de estas sustancias. En cuanto a los coagulantes metálicos, estos ya tienen las cadenas poliméricas formadas, y en los poliméricos se forman, justo cuando se aplica el coagulante. En la actualidad los coagulantes metálicos son los más utilizados. (Singley 1986)

La eficiencia del agente coagulante se ve afectada por ciertos factores, como:

- **Características del agua**

- ✚ **Caudal:** cuando se trata pequeños caudales, se requiere gran exactitud para suministrar el coagulante.
- ✓ **Características físicas:**

El color y la turbiedad aumentan la dosis necesaria de coagulante para obtener resultados aceptables.

✓ **Características químicas:**

- **pH:** Existe un determinado intervalo de pH, el cual favorece la labor del coagulante. Por lo general actúan mejor en medios alcalinos.
- **Presencia de otras sustancias:** Existen otras sustancias a las mencionadas que altera el pH óptimo del coagulante.
- **Punto de aplicación:** Es fundamental escoger bien la zona donde se va a dosificar para obtener mejores resultados durante el proceso, y varía según el equipo utilizado.
- **Temperatura:** Bajas temperaturas retardan la formación de los flóculos.
- **Modificadores de pH:** Cuando la alcalinidad del agua no es suficiente, para activar el coagulante se deben agregar sustancias alcalinas para alcanzar el pH óptimo del coagulante. En la siguiente tabla aparecen algunos de los modificadores de pH más utilizados.

Tabla 8 *Modificadores de pH*

Oxido de Calcio	CaO
Hidróxido de Calcio	Ca(OH) ₂
Carbonato de Sodio	Na ₂ CO ₃
Gas Carbónico	CO ₂
Ácido Sulfúrico	H ₂ SO ₄
Ácido Clorhídrico	HCL

Fuente: (Perez Parra 1981)

- **Ayudantes de la coagulación:** Se utilizan durante el proceso de coagulación, para mejorarla efectividad del coagulante primario, son de gran utilidad ya que, estos reducen el volumen de los sólidos depositados, amplían el rango de condiciones óptimas de floculación y minimizan los residuos químicos. En su mayoría son polímeros sintéticos o naturales. (Cepis 2004)

1.3.3. FLOCULACION

La floculación consiste en la aglomeración, mediante la agitación moderada del agua, de las partículas que se desestabilizaron durante la coagulación, formando otras de mayor tamaño y peso específico. (C. Rodriguez 1995)

Los objetivos básicos de la floculación son reunir microflóculos para formar partículas con peso específico superior al del agua y compactar el flóculo disminuyendo su grado de hidratación para producir baja concentración volumétrica, lo cual produce una alta eficiencia en los procesos posteriores como sedimentación y filtración. (C. Rodriguez 1995)

➤ **Cinética de la Floculación**

Tan pronto como se agregan coagulantes a una suspensión coloidal, se inician una serie de reacciones hidrolíticas que adhieren iones a la superficie de las partículas presentes en la suspensión, las cuales tienen así oportunidad de unirse por sucesivas colisiones hasta formar flóculos que crecen con el tiempo. (C. Rodriguez 1995)

La rapidez con que esto ocurre depende del tamaño de las partículas con relación al estado de agitación del líquido, de la concentración de las mismas y de su “grado de desestabilización”, que es el que permite que las colisiones sean efectivas para producir adherencia. (C. Rodriguez 1995)

Los contactos pueden realizarse por dos modos distintos:

- **Floculación Pericinética:**

Contactos por bombardeo de las partículas producidos por el movimiento de las moléculas del líquido (movimiento browniano) que sólo influye en partículas de tamaños menores a un micrón. Sólo actúa al comienzo del proceso, en los primeros 6 a 10 s y es independiente del tamaño de la partícula. (C. Rodriguez 1995)

- **Floculación Ortocinética:**

Contactos por turbulencia del líquido, esta turbulencia causa el movimiento de las partículas a diferentes velocidades y direcciones, lo cual aumenta

notablemente la probabilidad de colisión. Efectivo sólo con partículas mayores a un micrón. Actúa durante el resto del proceso, de 20 a 30 min. (C. Rodriguez 1995)

➤ **Factores que influyen en la Floculación**

- **Concentración y naturaleza de las partículas**

La velocidad de formación del floc es proporcional a la concentración de partículas en el agua y del tamaño inicial de estas. (C. Rodriguez 1995)

- **Tiempo de detención**

La velocidad de aglomeración de las partículas es proporcional al tiempo de detención. Debe estar lo más cerca posible al óptimo determinado por medio de ensayos de jarras, esto se puede lograr dividiendo la unidad de floculación en cámaras. Se puede decir que una eficiencia dada, se obtiene en tiempos cada vez menores a medida que se aumenta el número de cámaras de floculación en serie. Por razones de orden práctico el número de cámaras no puede ser muy grande, estableciéndose un mínimo de tres (3) unidades. (C. Rodriguez 1995)

- **Gradiente de velocidad**

Este es un factor proporcional a la velocidad de aglomeración de las partículas. Existe un límite máximo de gradiente que no puede ser sobrepasado, para evitar el rompimiento del floc. El gradiente a través de las cámaras debe ser decreciente y no se deben tener cámaras intermedias con gradientes elevados. (C. Rodriguez 1995)

Es la velocidad de agitación de las aspas en Mezcla rápida y Mezcla lenta, se expresa en S-1 o también en revoluciones por minuto (rpm). Este es un factor proporcional a la velocidad de aglomeración de las partículas. Existe un límite máximo de gradiente que no puede ser sobrepasado, para evitar el rompimiento del floc, ya nombrado anteriormente. El gradiente a través de las cámaras debe ser decreciente y no se deben tener cámaras intermedias con gradientes elevados (Bolaños Alvear 2014)

- **Mezcla rápida para coagulación de barrido:**

En este mecanismo de coagulación, las interacciones se producen entre los coloides del agua y la voluminosa formación de precipitado de hidróxido de hierro o aluminio.

En la práctica del tratamiento de agua en condiciones de coagulación de barrido, el agua es sobresaturada en 3 o 4 órdenes de magnitud y el hidróxido se precipita con mucha rapidez. En estas circunstancias son considerablemente más importantes las condiciones químicas para lograr una buena precipitación y subsecuente floculación de las partículas que las interacciones de transporte entre el coloide y los productos hidrolíticos durante la desestabilización. Por consiguiente, en este caso son importantes los aspectos químicos en la etapa de desestabilización y los de transporte en la etapa de floculación. Amirtharajah y Mills señalaron que cuando predomina la coagulación de barrido, las condiciones de mezcla rápida no afectan los resultados obtenidos. (De Vargas 2014)

- **Mezcla rápida con polímeros:**

Los mecanismos de coagulación predominantes con los polímeros orgánicos son los de neutralización de la carga y puente interarticular.

Se puede suponer que en este caso no son necesarios altos valores de gradientes de velocidad, puesto que no se producen las reacciones de adsorción en los coloides y precipitación como hidróxido, que ocurren simultáneamente durante la etapa de mezcla con coagulantes inorgánicos.

Estudios efectuados recomiendan gradientes de velocidad de 400 a 800 s⁻¹ tiempos de retención de 60 a 30 segundos, respectivamente. Con polímeros de peso molecular bajo, se ha identificado un rango de gradiente de velocidad de 300 a 650 s⁻¹ para optimizar el proceso. (De Vargas 2014)

1.3.4. RELACIÓN ENTRE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN

El proceso de floculación es precedido por la coagulación, por eso se suele hablar de los procesos de coagulación-floculación. Estos facilitan la retirada de las sustancias en suspensión y de las partículas coloidales: (Vargas 2003)

- La coagulación es la desestabilización de las partículas coloidales causadas por la adición de un reactivo químico llamado coagulante, el cual, neutralizando sus cargas electrostáticas, hace que las partículas tiendan a unirse entre sí.
- La floculación es la aglomeración de partículas desestabilizadas en micro flóculos y después en los flóculos más grandes que tienden a depositarse en el fondo de los recipientes construidos para este fin, denominados sedimentadores.

Los factores que pueden promover la coagulación-floculación son el gradiente de la velocidad, el tiempo y el pH. El tiempo y el gradiente de velocidad son importantes al aumentar la probabilidad de que las partículas se unan y da más tiempo para que estas descendan, por efecto de la gravedad, y así se acumulen en el fondo. Por otra parte, el pH es un factor prominente en la acción desestabilizadora de las sustancias coagulantes y floculantes. (Vargas 2003)

El proceso conjunto de coagulación-floculación busca la conseguir aguas decantadas limpias y la formación de lodos espesos.

➤ Factores que Influyen en la Coagulación

Dentro del proceso de coagulación existen factores externos que afectan el proceso, de esto es importante hacer mención de estos, sobre todo de aquellos que deben de ser controlados en la prueba de jarras. (Vargas 2003)

- **Gradiente de Velocidad**

Al dispersarse el coagulante en la masa de agua y desestabilizarse las partículas, se precisa de la floculación pericinetica para que las partículas coloidales de tamaño menor a un micrómetro empiecen a aglutinarse. El movimiento browniano actúa dentro de este rango de tamaño de partículas y forma el micro flóculo inicial. (Vargas 2003)

La velocidad en las colisiones está definida por el gradiente de velocidad el cual es la expresión del efecto del espectro de turbulencia para un mecanismo de agitación (Vargas, 2003). La eficiencia en las colisiones se incrementa en forma casi lineal con el gradiente de velocidad hasta que este alcanza un valor máximo, más allá del cual cualquier incremento adicional resulta en una disminución de la eficiencia, debido a que el proceso destruye el floculo formado. (Vargas 2003)

- **Influencia del pH**

El pH es una medida de la actividad del ion hidrógeno en una solución, y es igual a:
 $\text{pH} = -\log\{\text{H}^+\}$ (Vargas 2003)

El pH es la variable más importante a tener en cuenta al momento de la coagulación, para cada agua existe un rango de pH óptimo para la cual la coagulación tiene lugar rápidamente, ello depende de la naturaleza de los iones y de la alcalinidad del agua. (Vargas 2003)

El rango de pH es función del tipo de coagulante a ser utilizado y de la naturaleza del agua a tratar; si la coagulación se realiza fuera del rango de pH óptimo entonces se debe aumentar la cantidad del coagulante; por lo tanto, la dosis requerida es alta. (Vargas 2003)

- **Influencia de la Temperatura del Agua**

La variación de 1°C en la temperatura del agua conduce a la formación de corrientes de densidad (variación de la densidad del agua) de diferentes grados que afectan a la energía cinética de las partículas en suspensión, por lo que la coagulación se hace más lenta; temperaturas muy elevadas desfavorecen igualmente a la coagulación. (Andía 2000)

Una disminución de la temperatura del agua en una unidad de decantación conlleva a un aumento de su viscosidad; esto explica las dificultades de la sedimentación de un floc. (Andía 2000)

1.3.5. INFLUENCIA DE LA DOSIS DEL COAGULANTE

La cantidad del coagulante a utilizar tiene influencia directa en la eficiencia de la coagulación, así:

- Poca cantidad del coagulante, no neutraliza totalmente la carga de la partícula, la formación de los micro flóculos es muy escaso, por lo tanto, la turbiedad residual es elevada. (Andía 2000)
- Alta cantidad de coagulante produce la inversión de la carga de la partícula, conduce a la formación de gran cantidad de micro flóculos con tamaños muy pequeños cuyas velocidades de sedimentación son muy bajas, por lo tanto, la turbiedad residual es igualmente elevada. (Andía 2000)
- La selección del coagulante y la cantidad óptima de aplicación; se determina mediante los ensayos de pruebas de jarras. (Andía 2000)

➤ Influencia de la Mezcla

El grado de agitación que se da a la masa de agua durante la adición del coagulante, determina si la coagulación es completa; turbulencias desiguales hacen que cierta porción de agua tenga mayor concentración de coagulantes y la otra parte tenga poco o casi nada; la agitación debe ser uniforme e intensa en toda la masa de agua, para asegurar que la mezcla entre el agua y el coagulante haya sido bien hecha y que se haya producido la reacción química de neutralización de cargas correspondiente.

En el transcurso de la coagulación y floculación, se procede a la mezcla de productos químicos en dos etapas. En la primera etapa, la mezcla es enérgica y de corta duración (60 segundos máximo) llamado mezcla rápida; esta mezcla tiene por objeto dispersar la totalidad del coagulante dentro del volumen del agua a tratar, y en la segunda etapa la mezcla es lenta y tiene por objeto desarrollar los micro flóculos. (Andía 2000)

➤ Influencia de la Turbiedad

La turbiedad es una forma indirecta de medir la concentración de las partículas suspendidas en un líquido; mide el efecto de la dispersión que estas presentan al paso de la luz y es función del número, tamaño y forma de partículas. (Andía 2000)

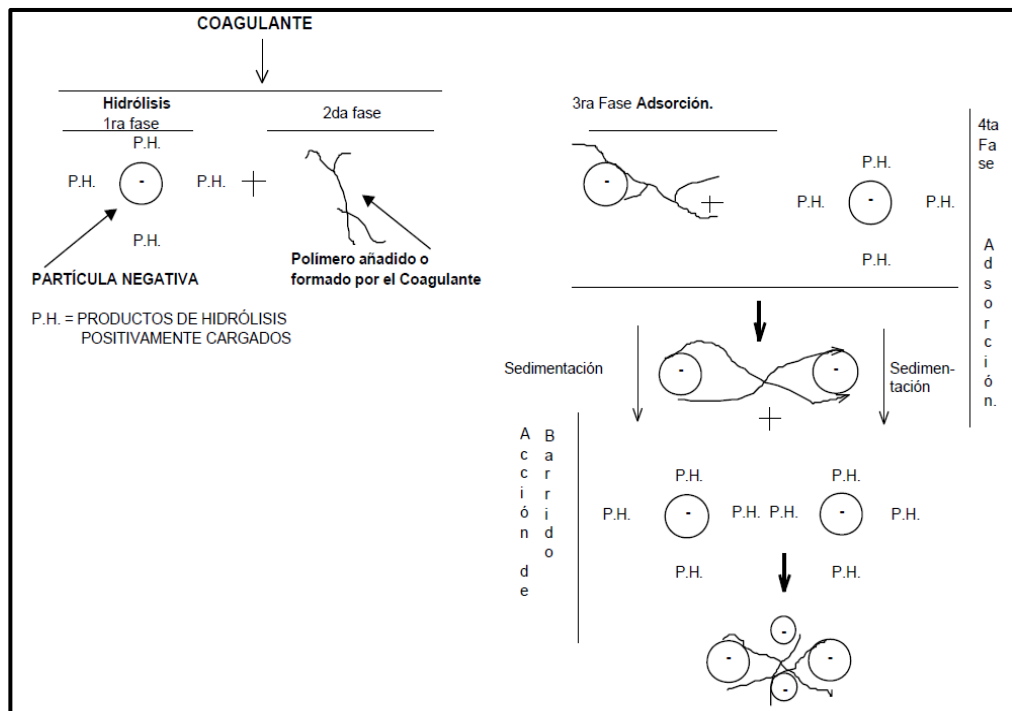
La turbiedad del agua superficial es gran parte debido a partículas de lodos de sílice de diámetros que varían entre 0,2 a 5 micrómetros. La coagulación de estas partículas es muy fácil de realizar cuando el pH se mantiene dentro del rango óptimo. La variación de la concentración de las partículas permite hacer las siguientes predicciones:

- Para cada turbiedad existe una cantidad de coagulante, con el que se obtiene la turbiedad residual más baja, que corresponde a la dosis óptima.
- Cuando la turbiedad aumenta se debe adicionar la cantidad de coagulante, no es mucho, debido a que la probabilidad de colisión entre las partículas es muy elevada; por lo que la coagulación se realiza con facilidad; por el contrario, cuando la turbiedad es baja la coagulación se realiza muy difícilmente, y la cantidad del coagulante es igual o mayor que si la turbiedad fuese alta. (Andía 2000)
- Cuando la turbiedad es muy alta, conviene realizar una presedimentación natural o forzada, en este caso con el empleo de un polímero aniónico. (Andía 2000)
- Es siempre más fácil coagular las aguas de baja turbiedad y aquellas contaminadas por desagües domésticos industriales, porque requieren mayor cantidad de coagulante que los no contaminados. (Andía 2000)

➤ **Fases de la Coagulación**

Las fases de coagulación se encuentran definidas en cuatro fases siendo estas: 1era. Fase de Hidrólisis, 2da Fase Adición de polímero, 3era. Fase Adsorción y 4ta. Fase de sedimentación, en la Figura 2, se logra apreciar el proceso de forma esquemática.

Figura 2 Fases de la Coagulación



Fuente: Manual de Laboratorio Tema 5 “Coagulación-Floculación” Universidad de Castilla, La Mancha

1.3.6. DEFINICIÓN Y ESTRUCTURA DEL POLÍMERO

Un polímero puede definirse como una sustancia química compuesta de una cierta cantidad de unidades básicas que se repiten (Llamadas monómeros) unidas consecutivamente por enlaces covalentes. El grado de polimerización está dado por el número de monómeros que conforman la cadena polimérica, y puede variar en un amplio rango hasta llegar a 10^4 o 10^6 unidades en su estructura molecular. Un compuesto polimérico puede contener diversos tipos de unidades monoméricas en su cadena. (Beltrán & Marcilla 1989)

La policondensación en la formación de los polímeros depende de la naturaleza de los grupos funcionales de las moléculas que interactúan entre sí. Todos los monómeros capaces de formar polímeros deben tener, por lo menos, dos núcleos activos para que la nueva molécula formada conserve su configuración activa semejante a la original. Cuando las cadenas poliméricas tienen múltiples grupos funcionales iónicos, sean libres o esterificados, se les denomina polielectrolitos. (Beltrán & Marcilla 1989)

1.3.7. CLASIFICACIÓN DE LOS POLÍMEROS

Los polímeros de importancia en el tratamiento del agua pueden clasificarse, según su carga, en polímeros aniónicos, catiónicos o no iónicos; y según su origen, en naturales o sintéticos. (V. Arboleda 1975)

➤ De acuerdo a su carga Eléctrica

Los polímeros pueden o no tener carga eléctrica. Los que no la tienen se denominan no iónicos. Los demás pueden ser catiónicos (carga positiva) o aniónicos (carga negativa). (V. Arboleda 1975)

➤ De acuerdo a su Origen

De acuerdo a su origen los polímeros pueden ser naturales o sintéticos poseyendo características que los diferencian unos a otros, las cuales se explican a continuación.

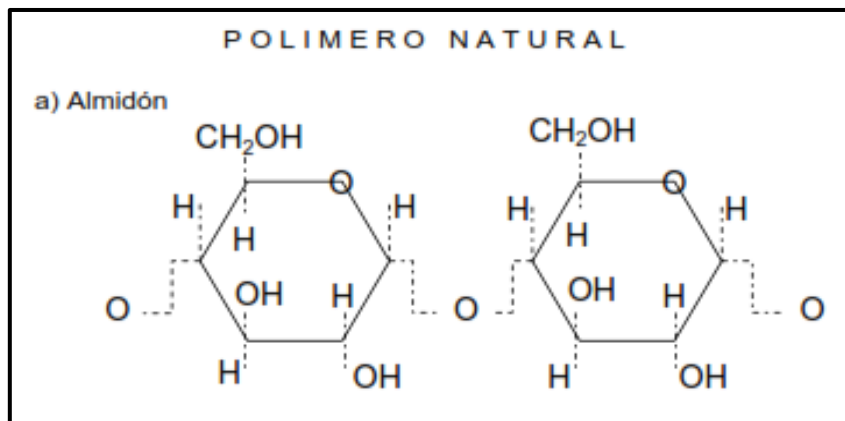
• Polímeros Naturales

Son aquellos que se producen debido a las reacciones bioquímicas naturales en animales y plantas. Son polímeros que muchas veces no tienen una sola composición química bien definida, pues están constituidos principalmente por varios tipos de polisacáridos (almidón, celulosa, glucósidos, etc.) y proteínas (caseína, olieratina, gelatina, etc.). (V. Arboleda 1975)

Algunos de ellos tienen propiedades coagulantes o floculantes y en muchos lugares son usados en forma empírica por los nativos para aclarar el agua turbia con resultados satisfactorios, como en el caso del mucílago de la penca de la tuna (que se emplea en México y en la sierra del Perú) o de las semillas de nirmalí (que se emplean en la India). Y también con el almidón de la Yuca (que se utiliza en Brasil), Para el aprovechamiento de estos polímeros es necesario extraerlos o prepararlos del resto de la materia prima. (V. Arboleda 1975)

La toxicidad de estos polímeros naturales es, por lo general, mínima o nula, pues se les usa en muchos casos como comestibles o aditivos en diversos productos alimenticios. (V. Arboleda 1975)

Figura 3 Estructura de un Polímero Natural



Fuente: Arboleda V. et al. (1975). Polímeros Naturales y su aplicación como ayudantes de Floculación.

- **Polímeros Sintéticos**

Son los compuestos orgánicos producidos mediante la transformación química del carbón y del petróleo e incluyen a la mayoría de los polímeros de manufactura industrial, que comúnmente se expenden en el comercio. Muchos se encuentran en forma de polvo seco, generalmente constituidos por poliacrilamida (no iónicos) y poliacrilamida hidrolizada (aniónicos). Los polímeros catiónicos son derivados de bases de amonio cuaternario o de imina de polietileno que generalmente, se expenden en solución acuosa, en concentraciones del 10 al 60 %. (Sasso 1972)

La toxicidad de los polielectrolitos sintéticos debe investigarse y someterse a un exigente control de calidad, pues a veces los monómeros utilizados en la producción de polímeros son tóxicos. Debido a esto, algunos polímeros sintéticos no pueden usarse en el tratamiento de agua potable. (Sasso 1972)

La Organización Mundial de la Salud también ha publicado el informe de un grupo de consultores sobre aspectos de salud relacionados con el uso de polielectrolitos en el tratamiento del agua potable, en el que se destaca la necesidad de controlar la toxicidad de los monómeros usados en la preparación de los polímeros. (OMS 2006)

1.3.8. COMPOSICIÓN DE LOS ALMIDONES

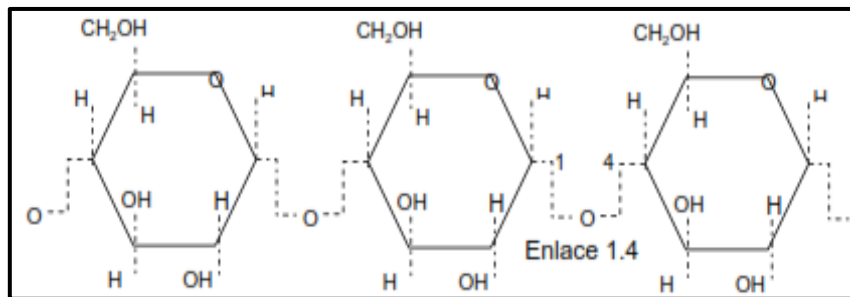
El almidón $(C_6H_{10}O_5)_x$ (ver Figura 4), se forma en los cloroplastos de las plantas verdes por influencia de la luz solar, a expensas de dióxido de carbono (CO_2) y el agua (H_2O), y

está formado por una mezcla molecular de polímeros de glucosa anhidra, unidos al anillo en 1.4 y 1.6. Básicamente, consta de dos fracciones: la amilopectina, que es menos soluble en agua y contiene ésteres de ácido fosfórico, y la amilasa, que es más soluble en agua y contiene fósforo y no produce engrudo. (V. Arboleda 1975)

En los polímeros lineales de amilasa las unidades de anhidroglucosa están ligadas por la configuración alfa a través de las posiciones 1,4.

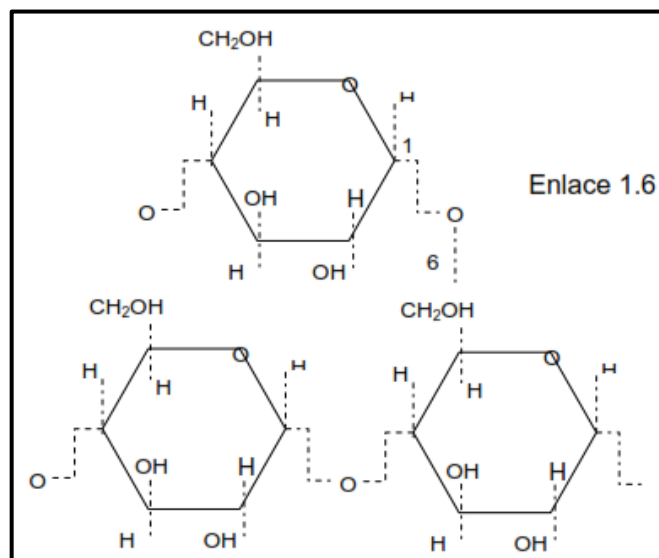
Los polímeros complejos de amilopectina difieren de la amilasa en que, además de uniones 1,4, tiene uniones 1,6 cada 26 o más unidades representan cerca del 5 % de todas las uniones de los polímeros. (V. Arboleda 1975)

Figura 4 Estructura de Segmentos de Amilosa



Fuente: Arboleda V. et al. (1975). Polímeros Naturales y su aplicación como ayudantes de Floculación.

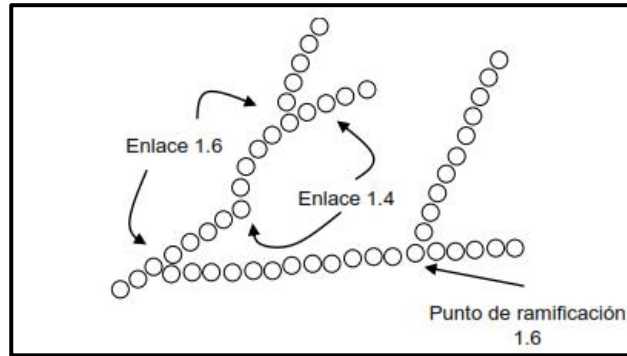
Figura 5 Estructura de Segmentos de la Amilopectina



Fuente: Arboleda V. et al. (1975). Polímeros Naturales y su aplicación como ayudantes de Floculación.

La diferencia entre amilasa y amilopectina se muestra esquemáticamente en la Figura 6.

Figura 6 Diferencia Esquemática entre Amilosa y Amilopectina



Fuente: Arboleda V. et al. (1975). Polímeros Naturales y su aplicación como ayudantes de Floculación.

1.3.9. PRINCIPALES COAGULANTES

➤ **Coagulantes metálicos:**

A lo largo de la historia, han sido los más utilizados para el tratamiento del agua cruda, poseen la capacidad de actuar como coagulantes y floculantes, cuando son disueltos estos forman compuestos complejos hidratados como: $Fe(H_2O)_6^{3+}$ + y $Al(H_2O)_6^{3+}$, Estos se muestran en la Tabla N° 9, en la mayoría de los casos, solo funcionan en un intervalo de pH muy estrecho, además si se dosifican en exceso pueden llegar a ser nocivos para la salud humana. (Perez Parra 1981)

Entre los más utilizados se hallan:

Tabla 9 Coagulantes Metálicos

Compuestos de Aluminio	
Sulfato de Aluminio	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$
Aluminato de Sodio	$NaAlO_2$
Alumbre de Potasio	$Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O$
Alumbre de Amonio	$Al_2(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O$
Policloruro de Aluminio	$Al_2(OH)_nCl_{6-n}$
Compuestos de Hierro	
Cloruro Férrico	$FeCl_3$
Sulfato Férrico	$Fe(SO_4)_3$
Sulfato Ferroso	$Fe(SO_4) \cdot 7H_2O$
Otros	
Carbonato de Magnesio	$MgCO_3$

Fuente: (Perez Parra 1981)

1.3.10. TURBIDEZ

Se define como la propiedad óptica de una muestra para disipar y absorber la luz en vez de transmitirla en línea recta. En el caso del agua, esta es causada por las partículas coloidales como la arcilla, minerales, algas, diminutas partes de materia orgánica e inorgánica, plancton y microorganismos. Partículas como estas le proporcionan color aparente al agua. En términos matemáticos, la turbidez se puede definir como el logaritmo natural de la disminución de la intensidad luminosa, al pasar un rayo de luz a través de un medio de espesor l . (J. Arboleda 2006)

así:

$$A = \frac{1}{l} \ln\left(\frac{I_0}{I}\right) \quad \text{Ec. (1)}$$

La turbidez aparente de una suspensión está relacionada con el número, masa, tamaño, forma, índice de refracción y concentración de las partículas. Desde el punto de vista químico, la dispersión de arcillas es la causa principal de turbidez en el agua. Las arcillas abarcan una amplia gama de compuestos, pero en general son silicatos de aluminio con fórmulas bastante complejas, algunas veces coloreados, y adquiere plasticidad al mezclarse con el agua. (J. Arboleda 2006)

A continuación, se muestra una lista de las principales arcillas conocidas:

Tabla 10 *Arcillas más Comunes*

Compuesto	Fórmula
Caolita	$\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_6 + \text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_6)(\text{OH})_{16}$
Bentonita	$\text{Al}(\text{Mg})(\text{Si}_6\text{O}_{20})(\text{OH})_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Illita	$\text{K}_y\text{Al}_4(\text{Fe}_4\text{Mg}_{20})(\text{Si}_6 - \text{Y Al}_y)\text{O}_{20}$
Muscovita	$\text{K}_2\text{Al}_4(\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{20})(\text{OH})_4$

Fuente: (J. Arboleda 2006)

1.3.11. SÓLIDOS

Se denomina así a los residuos que se obtienen como materia remanente luego de evaporar y secar una muestra de agua a una temperatura dada.

Según el tipo de asociación con el agua, los sólidos pueden encontrarse suspendidos o disueltos. (Cepis 2004)

- Disueltas (hasta un milimicrómetro), en cuyo caso físicamente no influirán en la turbiedad, pero sí podrían definir su color u olor.
- Formando sistemas coloidales (1 a 1.000 milimicrómetros), que son las causantes de la turbiedad neta del agua.
- En forma de partículas suspendidas (por encima de 1.000 milimicrómetros), las cuales caen rápidamente cuando el agua se somete a reposo.
- Es necesario aclarar que las pruebas analíticas para determinar las formas de los residuos no determinan sustancias químicas específicas y solo clasifican sustancias que tienen propiedades físicas similares y comportamiento semejante frente a las diferentes condiciones ambientales.

➤ **Sólidos totales:**

Corresponden al residuo remanente después de secar una muestra de agua. Equivalen a la suma del residuo disuelto y suspendido. El residuo total del agua se determina a 103–105 °C. (Cepis 2004)

Equivalencias:

- Sólidos Totales = Sólidos Suspendidos + Sólidos Disueltos
- Sólidos Totales = Sólidos Fijos + Sólidos Volátiles

➤ **Sólidos disueltos:**

Mejor conocidos como sólidos filtrables, son los que se obtienen después de la evaporación de una muestra previamente filtrada.

Comprenden sólidos en solución verdadera y sólidos en estado coloidal, no retenidos en la filtración, ambos con partículas inferiores a un micrómetro (1 μ). (Cepis 2004)

➤ **Sólidos en suspensión:**

Corresponden a los sólidos presentes en un agua residual, exceptuados los solubles y los sólidos en fino estado coloidal. Se considera que los sólidos en suspensión son los que tienen partículas superiores a un micrómetro y que son retenidos mediante una filtración en el análisis de laboratorio. (Cepis 2004)

➤ **Sólidos volátiles y fijos:**

Los sólidos volátiles son aquellos que se pierden por calcinación a 550 °C, mientras que el material remanente se define como sólidos fijos.

La mayor parte de los sólidos volátiles corresponden a material orgánico. Los sólidos fijos corresponden, más bien, a material inorgánico. (Cepis 2004)

1.3.12. COLIFORMES

➤ **Coliformes Totales:**

Son las Enterobacteriácea lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos. Pertenecen a la familia Enterobacteriácea y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37°C. (Recuento de Coliformes Totales 2016)

➤ **Coliformes Fecales o Termotolerantes:**

Bacterias aerobias gram-negativas, no formadoras de esporas, de forma bacilar y que, incubadas 44.5° C, fermentan la lactosa en un término de 48 horas, con producción de gas, pudiendo ser residentes del tracto digestivo humano y de animales de sangre caliente. (Coliformes Fecales 2017)

Grupo de bacterias aerobias y facultativamente anaerobias, Gram-negativas, no esporulantes, fermentadoras de lactosa y habitantes típicos del intestino grueso humano y animal. Muchas de ellas no son capaces de reproducirse fuera del intestino, por lo que sirven de indicadores de la contaminación por aguas fecales. Algunos organismos coliformes son patógenos. (Coliformes Fecales 2017)

➤ **Escherichia Coli:**

Es una bacteria habitual en el intestino del ser humano y de otros animales de sangre caliente. Aunque la mayoría de las cepas son inofensivas, algunas pueden causar una grave enfermedad de transmisión alimentaria. La infección por E. coli se transmite generalmente por consumo de agua o alimentos contaminados, como productos cárnicos poco cocidos y leche cruda. (OMS 2006)

Los síntomas de la enfermedad incluyen cólicos y diarrea, que puede ser sanguinolenta. También pueden aparecer fiebre y vómitos. La mayoría de los pacientes se recuperan en el término de 10 días, aunque en algunos casos la enfermedad puede causar la muerte. (OMS 2006)

1.3.13. HIERRO

El hierro es un constituyente normal del organismo humano (forma parte de la hemoglobina). Por lo general, sus sales no son tóxicas en las cantidades comúnmente encontradas en las aguas naturales. (Cepis 2004)

La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua, producir manchas indelebles sobre los artefactos sanitarios y la ropa blanca. También puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbiedad y el color del agua. (Cepis 2004)

Tiene gran influencia en el ciclo de los fosfatos, lo que hace que su importancia sea muy grande desde el punto de vista biológico. En la naturaleza se presenta en dos formas: asimilable y no asimilable. (Cepis 2004)

1.3.14. COLOR DEL AGUA

Esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella.

Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etcétera. Se considera que el color natural del agua, excluyendo el que resulta de descargas industriales, puede originarse por las siguientes causas: (Cepis 2004)

- la extracción acuosa de sustancias de origen vegetal.
- la descomposición de la materia.
- la materia orgánica del suelo.
- la presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos; y una combinación de los procesos descritos.

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados. (Cepis 2004)

Se denomina color aparente a aquel que presenta el agua cruda o natural y color verdadero al que queda luego de que el agua ha sido filtrada. (Cepis 2004)

Existen muchos métodos de remoción del color. Los principales son la coagulación por compuestos químicos como el alumbre y el sulfato férrico a pH bajos y las unidades de contacto o filtración ascendente. (Cepis 2004)

Debido a que el color del agua se origina, en muchos casos, por la presencia de compuestos de naturaleza orgánica, se recomienda que la desinfección se realice luego de que este haya sido removido, para evitar que la aplicación de cloro como desinfectante pueda dar origen a la formación de trihalometanos, compuestos que tienen efecto cancerígeno en animales. (Cepis 2004)

El valor guía de la OMS y del Canadá es 15 unidades de color (UC) para aguas de bebida. (Cepis 2004)

1.3.15. TEMPERATURA

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente. (Cepis 2004)

1.3.16. pH

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. (Cepis 2004)

Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección.

Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9.

Cuando se tratan aguas ácidas, es común la adición de un álcali (por lo general, cal) para optimizar los procesos de coagulación. En algunos casos, se requerirá volver a ajustar el pH del agua tratada hasta un valor que no le confiera efectos corrosivos ni incrustantes.

Se considera que el pH de las aguas tanto crudas como tratadas debería estar entre 5,0 y 9,0. Por lo general, este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua. (Cepis 2004)

Las guías canadienses han establecido el rango de pH 6,5 a 8,5 para el agua potable.

1.3.17. TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE

Para garantizar la potabilización del agua se hacen necesario eliminar todas las impurezas presentes en ella, para lograr este objetivo es preciso combinar varios tratamientos elementales, cuyas bases pueden ser físicas, químicas o biológicas. A través de estos procesos se remueven las partículas suspendidas, coloidales y disueltas, en el agua cruda. (C. Rodriguez 2008)

El agua potable, es aquella, que es apta para el consumo humano y debe reunir las siguientes características:

- Ser limpia, incolora e inodora.
- Contener oxígeno disuelto.
- Debe contener cierta proporción de sales minerales disueltas.
- No contener materias orgánicas en descomposición.
- No debe contener microbios patógenos.
- Debe ser capaz de disolver bien el jabón y los detergentes.

El proceso de potabilización, empieza con la captación del agua cruda, luego el agua es transportada hasta la planta de tratamiento, donde es retenida en albercas donde se realiza el proceso de desarenación, a partir de ese momento el agua se somete a una serie de procesos físicos y químicos, divididos en primarios y complementarios (Figura 1), estas etapas se explican mejor a continuación: (C. Rodriguez 2008)

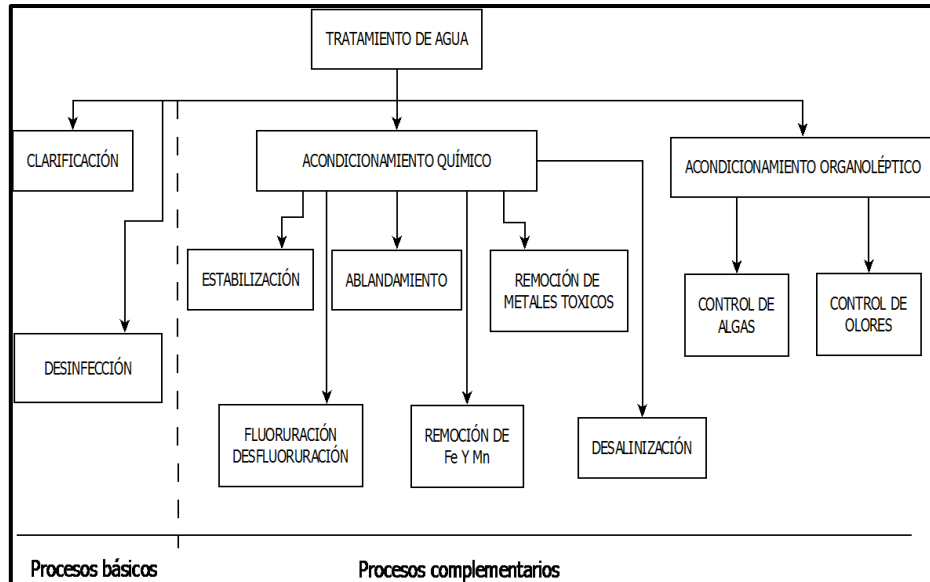
- **Captación:** en aguas superficiales, esta operación se lleva a cabo mediante bocatomas ubicadas en ríos o diques. El hecho de que, este tipo de agua, se

encuentra más expuesta a sustancias y microorganismos contaminantes, implica que, deba ser sometida a un tratamiento de mayor complejidad. La turbiedad, el contenido mineral y el grado de contaminación varían según la época del año. (C. Rodriguez 2008)

Otra alternativa, esa partir de aguas subterráneas, esta se efectúa por medio de pozos de bombeo o perforaciones, y requiere de un tratamiento menos complejo pero su captación es más costosa. (C. Rodriguez 2008)

- **Conducción:** luego de ser tomada de la fuente de captación, debe ser transporta a través de tubos o por medio de canales abiertos, hasta la planta de tratamiento. (C. Rodriguez 2008)
- **Desarenación:** esta etapa se realiza en albercas acondicionadas para retener la arena, estos sólidos pesados caen al fondo. Estos equipos pueden estar dotados con placas, que permiten remover una mayor cantidad de partículas. El agua tratada pasa a la siguiente etapa por rebose. (Garzon 2003)

Figura 7 *Procesos para el Tratamiento de Agua*



Fuente: (J. Arboleda 2006)

- **Clarificación:** En esta etapa al agua se le retiran la turbidez y color, pero todavía conserva agentes patógenas, el proceso consta de las siguientes 4 fases: (Garzon 2003)

- **Dosificación del coagulante:** en este punto se le agrega un agente coagulante para desestabilizar las partículas coloidales presentes en el agua. (Garzon 2003)
- **Floculación:** estos equipos, pueden ser mecánicos o hidráulicos, y se utilizan para lograr una mezcla homogénea entre el producto coagulante y el agua cruda. Gracias a su movimiento constante hacen posible que las partículas presentes en el agua se aglutinan, formando los llamados floc. (Garzon 2003)

Los floculadores mecánicos son aspas de grandes dimensiones, los cuales por lo general operan a bajas velocidades de mezclado. En cuanto a los hidráulicos, estos son canales en forma serpentina, donde se produce una turbulencia que genera la agitación, y por ende la aglomeración de los coloides. (Garzon 2003)

- **Sedimentación:** se realiza en decantadores o albercas de capacidad variable. Debido a que los floc tienen mayor densidad que la del agua, estos sedimentan por gravedad, trayendo consigo la formación de lodos en el fondo, y por lo tanto una considerable disminución de la turbiedad, color aparente, sustancias generadoras de olor y sabor, virus, bacterias y otros organismos patógenos. Es usual que, el tiempo de retención o residencia en esta zona varía entre 40 minutos a una hora. Estos equipos en su parte final tienen una serie de canaletas donde se deposita la capa superior del agua, es decir la más clara, a través de estos canales el agua pasa a la zona de filtros. (Garzon 2003)
- **Filtración:** se realiza haciendo pasar el agua sedimentada a través de una batería de filtros, los cuales retienen las impurezas o turbiedad residual que persistían en la etapa de decantación. Los filtros rápidos pueden operar de manera continua por unas 30 horas. Una vez que el filtro colmató su capacidad de limpieza, estos se someten a un retro lavado. (Garzon 2003)
- **Desinfección:** una vez, el agua es filtrada, pasa a ser almacenada, allí se desinfecta según distintos métodos. El más usado es agregándole cloro líquido. El cloro tiene la característica química de ser un oxidante, al

reacciona con el agua libera oxígeno matando los agentes patógenos, ya que, por lo general, estas son bacterias anaeróbicas. Otros desinfectantes utilizados son: hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, ozono, luz ultravioleta, etc. (Garzon 2003)

1.3.18. MANIHOT ESCULENTA (YUCA)

La yuca es un alimento básico para muchas familias campesinas de escasos recursos, ha constituido un valioso alimento desde la época de los aborígenes, mucho antes de la llegada de los españoles formando parte del surtido de raíces y tubérculos que los cubanos comúnmente denominamos viandas. (Suárez Guerra Lorenzo 2011)

La yuca (*Manihot esculenta*), es la cuarta fuente de calorías para alrededor de 500 millones de personas, después del arroz, el azúcar y el maíz, en lo referente a cantidad de calorías producidas, se cultiva fundamentalmente en los trópicos y en terrenos considerados marginales, infértiles, ácidos y con largos períodos de sequía. (Suárez Guerra Lorenzo 2011)

El nombre científico de la yuca fue dado originalmente por Crantz en 1766. Posteriormente, fue reclasificada (Pohl en 1827 y Pax en 1910) como dos especies diferentes, dependiendo si se trataba de yuca amarga *M. utilissima* o dulce *M. aipi*, sin embargo, el italiano Ciferri (1938) reconoció que para el nombre científico de la yuca debía dársele prioridad al trabajo de Crantz en el que se propone su nombre actual *M. esculenta*. (Suárez Guerra Lorenzo 2011)

➤ Importancia Económica:

- **Valor Nutritivo de las Raíces:**

La yuca catalogada como la más importante dentro de este grupo de plantas de interés económico (raíces y tubérculos), tiene su principal valor económico en su órgano de reserva o almacenamiento de energía, las raíces, teniendo diversos usos en la alimentación humana y animal, aunque su follaje se aprovecha para alimentación animal en algunas zonas rurales y, en África, se utiliza como verdura fresca para consumo humano. (Ceballos 2002)

Este producto se dirige fundamentalmente a cuatro mercados según los usos principales del mismo: como raíz fresca y procesada para consumo humano;

como insumo en la industria alimenticia procesada para producir harina seca. (Ceballos 2002)

Tabla 11 *Composición química de la harina de yuca de la raíz completa y de la raíz sin cascara (Base Seca)*

Componentes	Contenidos	
	Raíz con cáscara	Raíz sin cáscara
Materia Seca	100.00	100.00
Carbohidratos Disponibles	83.80	92.40
Proteína Cruda	3.05	1.56
Ceniza	2.45	2.00
Hemicelulosa	1.16	1.45
Extracto Etero	1.04	0.88

Fuente: (Ceballos 2002)

➤ **Descripción de la Planta:**

Cuando describimos una planta (Figura 1), toda la descripción botánica se basa en el análisis de caracteres morfológicos que, cuando son constantes, permiten tipificar a la especie, pero la expresión puede estar influenciada por el ambiente y proporcionar la impresión errónea de muchas de las variables morfológicas. (Cock 1989)

Figura 8 Características morfológicas de una planta de yuca (Manihot Esculenta)

a) Follaje



b) Raíces



Fuente: (Cock 1989)

El efecto de interacción variedad por ambiente es muy notable en el caso de la yuca, y resulta, por ejemplo, en que la arquitectura típica de una determinada variedad, en un

ambiente específico, cambie drásticamente cuando la misma variedad es plantada en otra localidad. Esta interacción variedad por ambiente dificulta la descripción morfológica de la especie, así como la descripción varietal. (Cock 1989)

La yuca es un arbusto perenne, leñoso, de tamaño variable y foto período corto. Es monoica, de ramificación simpodial y con variaciones en la altura de la planta que oscilan entre uno y cinco metros, aunque la altura máxima generalmente no excede los tres metros. (Cock 1989)

- **El Tallo:**

Los tallos son particularmente importantes en la yuca, pues son el medio que se utiliza para la multiplicación vegetativa o asexual de la especie. Porciones lignificadas del tallo, comúnmente llamadas estacas o cangres, sirven como material de plantación para la producción comercial del cultivo. (Suárez Guerra Lorenzo 2011)

El tallo maduro es cilíndrico y su diámetro varía de dos a seis centímetros (cm). Se pueden observar tres colores básicos de tallo maduro: gris-plateado, morado y amarillo verdoso. Tanto el diámetro como el color de los tallos varía significativamente con la edad de la planta y, obviamente, con la variedad. Los tallos están formados por la alternación de nudos y entrenudos. En las partes más viejas se observan unas protuberancias que marcan en los nudos la posición que ocuparon inicialmente las hojas. El nudo es el punto en el que una hoja se une al tallo, y el entrenudo es la porción del tallo comprendida entre dos nudos sucesivos. En el nudo se insertan el pecíolo de la hoja, una yema axilar protegida por una escama y dos estípulas laterales. El largo de los entrenudos en el tallo principal es muy variable y no solo depende de la variedad, también está influenciado por factores como la edad de la planta, la ocurrencia de una sequía, un ataque severo de trips en las yemas axilares y fertilidad disponible para la planta. El tallo es un registro perdurable de la historia del desarrollo de la planta que permite deducir las condiciones y eventos que lo influyeron. (Suárez Guerra Lorenzo 2011)

El centro del tallo está ocupado por una médula prominente, compuesta de células parenquimatosas. A medida que el diámetro del tallo aumenta, se

acumulan grandes cantidades de xilema que le dan al tallo maduro una consistencia leñosa, al generar el súber o corcho en remplazo de la epidermis. (Suárez Guerra Lorenzo 2011)

- **Las Hojas:**

Las hojas son los órganos en los cuales ocurre, principalmente, la fotosíntesis que permite la transformación de la energía radiante en energía química. Las hojas son caducas, es decir, envejecen, mueren y se desprenden de la planta a medida que esta se desarrolla. El número total de hojas producidas por la planta, su longevidad y capacidad fotosintética son características varietales, profundamente influidas por las condiciones ambientales. (Buitrago 1990)

Las hojas son simples y están compuestas por la lámina foliar y el pecíolo. La lámina foliar es palmeada y profundamente lobulada. El número de lóbulos en una hoja es variable y por lo general impar, oscilando entre tres y nueve. Los lóbulos miden entre 4 y 20 cm de longitud y entre 1 a 6 cm de ancho; los centrales son de mayor tamaño que los laterales. (Buitrago 1990)

El tamaño de la hoja es una característica típica de cada cultivar, aunque depende mucho de las condiciones ambientales. Las hojas producidas en los primeros tres a cuatro meses de vida de la planta son más grandes que las producidas luego del cuarto mes. (Buitrago 1990)

El color de las hojas también es una característica varietal, pero que puede variar con la edad de la planta. Las hojas maduras pueden ser desde púrpura, verde oscuro, hasta verde claro. El pecíolo de la hoja puede tener una longitud entre 9 y 20 cm, es delgado y de pigmentación variable de verde a morada. (Buitrago 1990)

Las hojas al igual que las raíces, tienen importantes usos. En el continente africano, estas son procesadas y utilizadas en el consumo humano, ya que tienen un alto valor nutricional (Tabla II) con niveles elevados de proteína (18-22 %) en base seca. (Buitrago 1990)

➤ **La Yuca como Materia Prima**

El nombre científico de la yuca es *Manihot esculenta* Crantz, la raíz de la yuca es cilíndrica y oblonga, y alcanza el metro de largo y los 10 cm de diámetro. La cáscara es dura y leñosa, y no comestible. La pulpa es firme e incluso dura antes de la cocción, surcada por fibras longitudinales más rígidas; muy ricas en hidratos de carbono y azúcares, se oxida rápidamente una vez desprovista de la corteza. Según la variedad, puede ser blanca o amarillenta (Cock 1989)

- **Raíz:**

Las raíces son fibrosas, tiempo después una parte de ellas se agranda, debido a la acumulación de almidón, y se denominan tuberosas. Este tipo de raíz es morfológica y anatómicamente igual a las raíces fibrosas; la diferencia radica en el cambio de la dirección del crecimiento, de longitud radial, cuando se inicia la acumulación de almidones. (Mederos 2006)

Si la planta proviene de semilla sexual se desarrolla una raíz primaria pivotante y varias de segundo orden, si proviene de estacas, las raíces son adventicias y se forman en la base inferior cicatrizada de la estaca y las yemas de la estaca que están bajo la tierra. El número de estas se determina, en la mayoría de los casos, en la primera etapa de crecimiento de la planta. (Mederos 2006)

Figura 9 Raíz de la Yuca



Fuente: (Mederos 2006)

Tabla 12 *Clasificación Científica*

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Euphorbiales
Familia:	Euphorbiaceae
Subfamilia:	Crotonoideae
Tribu:	Manihoteae
Genero:	Manihote
Especie:	M. Esculenta

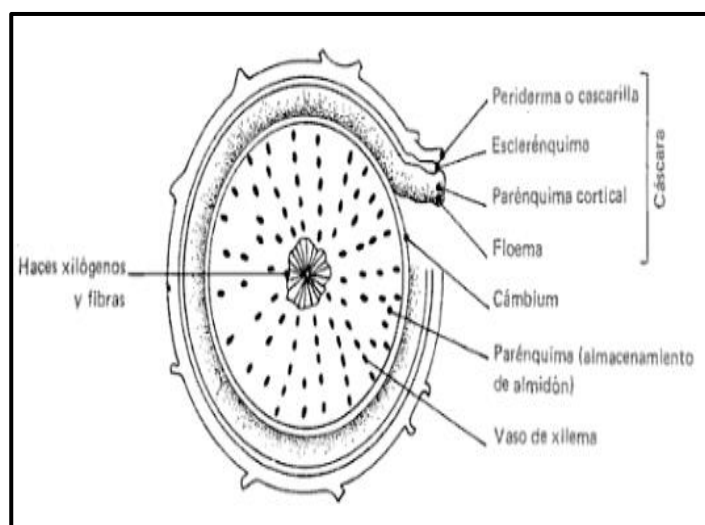
Fuente: (Suárez Guerra Lorenzo 2011)

- **Contenido del Almidón**

En el corte transversal de la raíz adulta de yuca se aprecian dos partes bien definidas que son la corteza y el núcleo; la corteza posee 2 capas: una exterior que es delgada y se encuentra constituida de material suberoso, y una capa interior de mayor espesor, que es fibrosa y posee gránulos de almidón; el núcleo es menos fibroso que la corteza, es bastante rico en almidón, con gránulos de mayor tamaño que los del almidón de la corteza. (Pino 1979)

Considerando partes iguales del núcleo y de corteza, el almidón contenido en ésta es aproximadamente la mitad del que hay en el núcleo. Este almidón de la corteza es de gran provecho en las fábricas grandes, ya que en ella se procesa toda la raíz una vez retirada la delgada capara exterior que los recubre. (Pino 1979)

Figura 10 *Corte Transversal de la raíz de la Yuca*



Fuente: (Ceballos 2002)

➤ **Composición del Almidón**

El almidón es un homopolímero constituido de 98 a 99% por amilosa y amilopectina, el restante es un material intermediario que depende del origen botánico e igualmente de la tecnología de extracción, constituido entre otros por lípidos. Los almidones de cereales tienen menos del 1% de lípidos, son pocos, pero explican algunos comportamientos típicos de estos almidones; los almidones de tubérculos casi no tienen lípidos y en baja proporción proteínas menos del 0.5%, que no influye en las propiedades funcionales de los almidones. (Restrepo Osorno 2009)

➤ **Marco Legal**

El Decreto Supremo N°002-2008 MINAM (31/Jul/08) “Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” y el Decreto Supremo N°023-2009 MINAM (19/Dic/09) “Aprueban Disposiciones para la Implantación del Estándar de Calidad Ambiental para Agua, donde debe ser el punto de partida para implementar y diseñar los procesos de tratamiento.

El reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, del ministerio de salud donde se da prioridades para el control y calidad de agua para consumo humano.

En el Reglamento Nacional de edificaciones en la norma OS.020 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUNO HUMANO, nos indica los criterios y parámetros de diseño que se deben de emplear para el adecuado funcionamiento de la planta potabilizadora.

1.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

1.4.1. VELOCIDAD DE SEDIMENTACION

La partícula que supondremos discreta y esférica se encuentra sometida a la acción gravitatoria, por lo que estará solicitada por una fuerza que le imprimirá un movimiento vertical uniformemente acelerado. (Perez Farras 2005)

1.4.2. ALCALINIDAD

La alcalinidad significa la capacidad tapón del agua; la capacidad del agua de neutralizar. Evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básico o ácido.

1.4.2. pH

El pH es una unidad de medida que sirve para establecer el nivel de acidez o alcalinidad de una sustancia.

1.4.3. TURBIEDAD

Se entiende por turbidez o turbiedad la falta de transparencia de un líquido debido a la presencia de partículas en suspensión.

1.4.4. CLARIFICACIÓN

Proceso por el cual se remueven partículas suspendidas del agua turbia para hacerla clara.

1.4.5. PRUEBA DE JARRAS

Es un ensayo de laboratorio que se utiliza desde hace muchos años sirve para realizar la parte práctica de los estudios de tratabilidad, de las aguas a fin de obtener un control de los parámetros operativos básicos de ciertos procesos en una planta de tratamiento de agua.

1.4.6. ALMIDÓN

Polisacárido de reserva alimenticia predominante en las plantas, construido por glucosa en sus dos formas poliméricas: amilosa y amilopectina.

1.4.7. GLUCOSA

Monosacárido con fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$. Es una hexosa, es decir contiene 6 átomos de carbono. Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel. Su rendimiento energético es de 3,75 kilocalorías por cada gramo en condiciones estándar.

1.4.8. NTU

Nephelometric Turbidity Unit, Unidades Nefelométricas de Turbiedad, unidad de medición

1.4.9. FLOC

Conglomerado de partículas sólidas que se generan por el proceso de coagulación-floculación.

1.4.10. REMOCIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

Se entiende por sólidos disueltos totales todo residuo que queda después de filtrar en membranas de 1.2 μm de poro y evaporar el agua a $103^{\circ}C$.

1.5. REALIDAD PROBLEMÁTICA

La problemática que se viene atravesando el mundo actual, en la falta de agua, nos hace llegar a tomar decisiones que nos ayuden en cuanto al cuidado del agua, y más aún en priorizar su utilización.

Para ello es necesario aprender el significado y la importancia del agua para la población en total, así mismo debemos de tener esa cultura hídrica que nos permite cuidar el recurso hídrico más importante.

En el Centro Poblado Mayor de Macashca la necesidad de que la población consuma agua tratada es de importancia, por la exposición de las enfermedades gastrointestinales, que genera el no consumir agua potable, por ello se ve necesario hacer este trabajo de investigación con el fin de beneficiar a la población de Macashca, con ello mejora la calidad de vida de la población.

1.6. FORMULACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El tratamiento de agua potable genera una preocupación en la localidad y no solo ahí, sino en todo el Mundo. Es por ello que se tiene que tomar medidas en el consumo de agua, ya que eso genera enfermedades (gastrointestinales), con ese fin se pudo investigar y dar soluciones apropiadas para la remoción de la Turbiedad y de los Coliformes, con el coagulante natural de la Yuca, es eficiente y además es muy barato en cualquier lugar.

En el Perú el tratamiento de agua potable está siendo de gran importancia, para que la población pueda consumir agua tratada, eso conlleva que la población este concientizada en cuando al manejo y su cuidado, dando importancia a la cultura hídrica.

En la Región Ancash, se está dando cumplimiento a dicho tratamiento del agua en ciertas partes, algunas provincias de la región, falta mejorar la calidad de agua que la población de esa zona consume.

Con el fin de poder contribuir con la sociedad y con la salud específicamente a la población del Centro Poblado Mayor de Macashca, se plantea este trabajo de investigación, con lo cual se determinará la velocidad de sedimentación por medio de los análisis necesarios que se realizaran en el laboratorio, para ello se debe de proceder a la extracción del almidón de la yuca para su preparación en primer lugar, esto ayudara a que el agua del rio Macashca mediante ese proceso pueda llegar a ser clarificada, con ello poder ser consumido por los pobladores del Centro Poblado Mayor de Macashca y a su vez poder minimizar su contaminación.

Bajo las Normas establecidas se debe asegurar que se cumplan con lo estipulado para su clarificación por medio del Almidón de Manihot Esculenta (Yuca).

¿Cuál es la Velocidad de Sedimentación Adecuada para la Clarificación del Agua del Rio Macashca, Aplicando el Almidón de Manihot Esculenta - Yuca?

1.7. JUSTIFICACIÓN

1.7.1. SOCIAL

Al realizar el estudio correspondiente en cuanto a la determinación de la velocidad de sedimentación, por medio de los análisis del laboratorio por el Test de jarras, tendremos una perspectiva mejor en cuanto a la turbiedad y como va afectando al agua cuando se va sedimentando por medio de la velocidad, por ello la Población del Centro Poblado de Macashca estará involucra en el cuidado y manejo del Agua, y así poder mejorar su cultura en cuanto a este recurso hídrico y su importancia en las generaciones futuras, a su vez servirá en su clarificación de sus aguas por medio del Coagulante Natural.

1.7.2. ECONÓMICA

En cuanto a la técnica que se aplicara para la determinación de la velocidad de sedimentación del agua del rio Macashca, no es muy costosa ya que el coagulante natural como es la Yuca, se encuentra en abundancia en el Mercado de Huaraz o en la Zona en general.

El sistema de análisis que se realizara en laboratorio, no implica un costo elevado, ya como lo expresado la Extracción del Almidón de la Yuca es Barato ya que es lo principal para la investigación.

Por consiguiente, el análisis del Test de Jarras se realizará en el laboratorio, y la aplicación del almidón es muy fácil de inyectar a equipo (Test de Jarras).

1.7.3. AMBIENTAL

Desde este punto, se puede observar que el proceso por medio del coagulante natural la Yuca, es totalmente limpio y no deja muchas impurezas y con la turbidez que el rio Macashca posee nos facilita el proceso de coagulación, formando floc rápidamente, y por ende a verificar su velocidad de sedimentación y a mejorar en su clarificación de sus aguas, con las muestras tomadas en campo, y luego analizadas en el laboratorio eso nos ayudara a reducir la contaminación del agua por medio del almidón que la yuca genera, ya que es muy eficiente, y a su vez no contamina en su proceso y en su extracción.

1.8. OBJETIVOS

1.8.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la Velocidad de Sedimentación por medio del Almidón de Manihot Esculenta - Yuca, para la Clarificación de las aguas superficiales del Rio Macashca.

1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar la incidencia de la Concentración, y su efectividad en el proceso de Sedimentación.
- Determinar la condición optima de la Turbiedad para la clarificación del agua superficial del rio Macashca.
- Determinar la Dosis, Concentración y pH Optimo, por medio del Almidón de Manihot Esculenta.
- Determinar el Color, para la clarificación del agua superficial del rio Macashca.

1.9. HIPÓTESIS

La Velocidad de Sedimentación Si es Adecuada para la clarificación del agua del rio Macashca, ya que se aproxima a lo establecido por la norma, cuando se aplique el Almidón de Manihot Esculenta (Yuca).

CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

2.1. METODOLOGÍA

2.1.1. MATERIAL Y MÉTODOS DE LA TESIS

➤ Trabajo Experimental

Todas las muestras fueron tomadas del río Macashca, tras la colecta del agua fueron almacenadas en recipientes de plástico, para ser inmediatamente encaminadas al laboratorio de la FCAM, donde se realizó los experimentos.

Tabla 13 *Materiales y Métodos*

Material y Equipo	Reactivos	Equipos
- 6 Vasos de 2 litros	- Almidón de Yuca	- Prueba de jarras
- 6 Vasos de 500 ml	- Agua destilada	- Turbidímetro
- Fiolas de 100, 200, 250 y 500 ml	- Cal	- pHmetro
- 1 balanza electrónica	- Ácido Sulfúrico	- Balanza electrónica
- 1 luna de reloj		
- 1 espátula		
- 1 varilla de vidrio		
- 1 estufa		
- Licuadora		
- Colador		
- Jeringas desechables de 1, 5 y 10 ml		

Fuente: (Elaboración Propia)

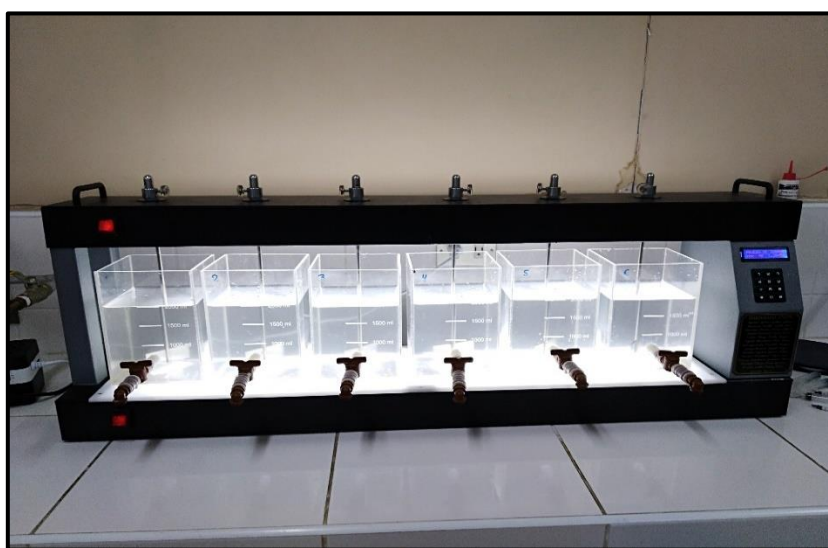
2.1.2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO

➤ Prueba de Jarras

Para efectuar los ensayos de simulación de los procesos, existen algunas variaciones en el equipo tradicional, aunque no son requisitos indispensables, estas pruebas en la mayoría de los casos son realizadas en equipos comerciales y uno de los más conocidos es el equipo de velocidad variable fabricado por la Phipps & Bird, para el cual se han desarrollado los ábacos que relacionan el gradiente de velocidad con la velocidad de rotación de las paletas (Fotografía N° 1).

Para nuestra investigación se usó la prueba de jarras, provisto de seis paletas capaz de operar velocidades de (0 a 300 RPM). El equipo es de la marca Phipps & Bird, que cuenta además con cuatro memorias, timer, un iluminador de flóculos localizados en la base del equipo agitador del equipo y alarma. Tal como se muestra en la Fotografía N° 1

Fotografía 1 *Equipo de Prueba de Jarras*



Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.3. PREPARACIÓN DEL RECIPIENTE

Este recipiente luego de ser usado será desechado ya que servirá como almacén para los gránulos de almidón de la yuca que se preparó en lo mencionado después de estar en los frascos que se utilizó previamente, será aproximadamente de 200 ml que servirá para su respectivo reposo del almidón, luego se dispondrá de dicho recipiente con el almidón de

yuca al Laboratorio en donde se encuentra el Equipo del Test de Jarras, para luego hacer su respectivo Estudio.

Fotografía 2 *Recipiente para el Almidón*



Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.4. PREPARACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA

- Se realizó una selección favoreciendo a las yucas que se encuentran en buen estado para poder así aprovechar mejor sus nutrientes y a su vez su mayor producción en cuanto al Almidón que se desea extraer.
- Se sometió el Tubérculo a un lavado con agua para retirar compuestos solubles y eliminar suciedades e impurezas, obedeciendo la relación 1 g de adsorbente por cada 5 ml de agua.
- Se propuso un secado al Sol durante 24 horas, hasta obtener un peso constante.
- Luego se Realizó lo mencionado para la extracción del Almidón de la Yuca.

➤ Almidón de Yuca

La yuca se obtuvo en el mercado de la Ciudad de Huaraz, en el 2017 para fines de investigación.

El proceso de extracción del almidón de la yuca, se dará a conocer en los siguientes párrafos:

- Lavamos la yuca, todo lo comprando en el mercado (Sacando toda la tierra que hay en ella), luego de ello, las pelamos, y por último picarlas en pequeños trocitos (como se muestra en la Fotografía N° 3).

Fotografía 3 *Lavado, Pelado y Picado de la Yuca*



Fuente: (Elaboración Propia)

- Luego de tener listo, tanto lavado, pelado y picado, procedemos al rayado de toda la yuca, para que sea más fácil y sencillo su licuado y que se pueda conseguir el almidón que se desea.

Fotografía 4 *Rayado de la Yuca*



Fuente: (Elaboración Propia)

- Después del Rayado pasamos al licuado de la yuca, se preparó con una porción de agua adecuada, para obtener el almidón de yuca en su mayor porcentaje, para obtener este producto (como se muestra en la Fotografía N° 5)

Fotografía 5 *Licuado de la Yuca*



Fuente: (Elaboración Propia)

- Después de ello, se pasa por un filtro, en mi caso utilice, una tela donde se queda la harina de la yuca, y pasa el almidón de la yuca.

Fotografía 6 *Filtrado de la Yuca*



Fuente: (Elaboración Propia)

- Lo llevamos a la Refrigeradora por unas horas, con el fin de que pueda decantar, votamos el agua que esta decantada, y nos queda el almidón de la yuca, lo expandimos para poder ponerlo en el Sol, y con ello queda listo el Almidón de la Yuca. (ver la Fotografía N° 7)

Fotografía 7 Almidón de la Yuca



Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.5. TOMA DE MUESTRA DEL AGUA

Para este paso se accedió a la práctica de toma de muestra en el rio Macashca, con medidas de seguridad.

- Debemos de estar protegidos con guantes y guardapolvo, pues sabemos que la muestra no se podrá contaminar.
- Llevamos los recipientes tanto de plástico como el de ámbar, también el cooler para el almacenamiento.
- Enjuagamos las botellas por tres veces, para luego recién tomar las muestras, y se conducidas al laboratorio para su análisis correspondiente.

Fotografía 8 *Toma de Muestra de Agua del Río Macashca*



Fuente: (Elaboración Propia)

- Se utilizará como un instrumento de muestreo de campo, como se maneja la norma de los estándares de calidad de agua (ECA).
- La técnica que se aplicara será: La muestra se recolectara en 3 bidones de 60 lt, haciendo un total de 180 lt, que será de las aguas del rio Macashca, para luego ser llevado al laboratorio y ser analizado utilizando el Equipo el Test de Jarras, mediante lo dispuesto se realizara 5 pruebas.
- Después de realizar la Prueba, se medirá las turbiedades finales para poder determinar la Velocidad de Sedimentación, con los cálculos correspondientes en el Excel.
- Y con los parámetros analizados en campo y en el laboratorio, se determinará si se podrá consumir el agua del rio Macashca, con las medidas necesarias.

Fotografía 9 Toma de Muestra de Agua del Río Macashca



Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.6. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN

➤ Solución de Almidón de Yuca

Antes de realizar la prueba de jarras se tiene que preparar la solución con el almidón de yuca ya preparado, para ello explicare como se realizó:

- Lo primero que se hizo fue pesar la cantidad del almidón de yuca para poder hacer la corrida en el test de jarras, todo esto para una dosis y concentración en la cual se va a trabajar.

Fotografía 10 *Pesado del Almidón de Yuca*



Fuente: (Elaboración Propia)

- Luego del pesado, se llenó en un Vaso de 100 ml, se mezcló con agua destilada, para luego llevar a calentar, y que se pueda formar como una mucosidad y quedar listo para ser diluido con agua destilada.

Fotografía 11 *Calentado del Almidón de Yuca*



Fuente: (Elaboración Propia)

- Luego del Calentado y enfriado, se preparó las diluciones a concentraciones de 0.7%, 0.8%, 0.9%, 1.0%, 1.1% y 1.2% para luego poder inyectar al Test de Jarras para su determinada corrida.

Fotografía 12 *Preparación del almidón a concentraciones diferentes*



Fuente: (Elaboración Propia)

- Luego obtenido las concentraciones se inyecta al equipo, para poder hacer las corridas correspondientes.

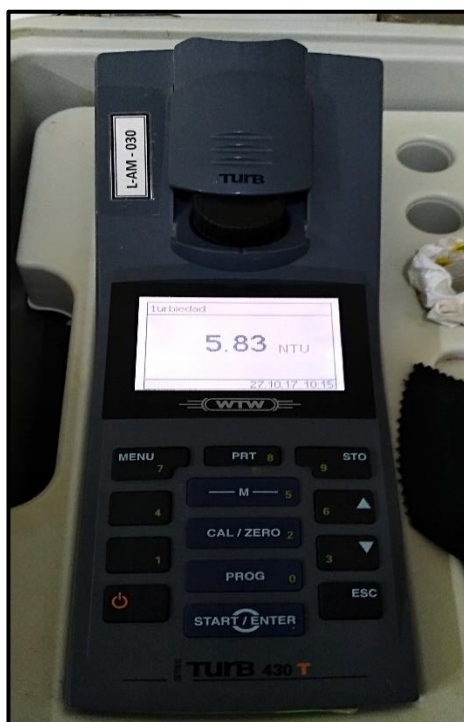
Fotografía 13 *Inyección del Almidón de Yuca al Equipo*



Fuente: (Elaboración Propia)

- Luego se obtiene las mediciones en el Turbidímetro.

Fotografía 14 Resultados en el Turbidímetro



Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.7. PREPARACIÓN CUANTITATIVA DEL EFLUENTE

Esta prueba será cuantitativa, y se utilizará para ello el Equipo de la Prueba de Jarras, las Dosis del Almidón de la yuca a emplearse se determinarán en Laboratorio, para ello se podrá determinar la Velocidad de Sedimentación, para las Dosis empleados en el Test de Jarras.

En donde se observó las relaciones de las variables como la Turbiedad, y la Concentración.

➤ **Determinación de la Dosis Optima:**

Una vez tomada la muestra de agua, preparada la Solución del Almidón de Yuca y después de ser llevada a laboratorio, se llevará a cabo el proceso de Coagulación, Floculación y Decantación, mediante el equipo de prueba de jarras. En cada Vaso de la prueba de jarras se agrega 2 litros de muestra de Agua superficial (Rio Macashca). En cada vaso se introducirá el coagulante (Almidón de Yuca) a Concentraciones diferentes, una vez agregado se llevará a cabo el mezclado que consiste por 10 segundos a una velocidad de 300 rpm a fin de desestabilizar las cargas superficiales de

las partículas de la materia orgánica, después una mezcla lenta por 20 minutos a 80 rpm para obtener la formación de flóculos.

Después se dejará Sedimentar el Vaso por un tiempo de 10 minutos, para ser medido la Turbiedad en cada uno de los 6 vasos. La Dosis Optima fue la turbiedad más baja, con la Curva adecuada.

➤ **Determinación de la Concentración Optima:**

Se Adiciona 2 Litros de Agua Superficial (Río Macashca) en cada Vaso de la Prueba de Jarras.

Luego de ello se procederá a agregar el almidón de la yuca, con concentraciones diferentes, una vez agregado se llevará a cabo la mezcla, que consiste en girar las paletas por 10 segundos a una velocidad de 300 rpm con el fin de desestabilizar las cargas superficiales de las partículas de la materia orgánica, luego una mezcla lenta por 20 minutos a 80 rpm para obtener la formación de flóculos.

Después se dejará Sedimentar por un tiempo de 10 minutos, para medir las Turbiedades en los 6 vasos. La Concentración Optima fue la turbiedad más baja, con la curva adecuada.

➤ **Determinación del pH Optimo:**

Se Adiciona 2 Litros de Agua Superficial (Río Macashca) en cada Vaso de la Prueba de Jarras, con pH diferentes, previamente teníamos que adicionar Cal, para obtener los pH requeridos para la Prueba de Jarras.

En cada vaso se procederá a agregar el Almidón de la Yuca, con la concentración que previamente se calculó, una vez agregado se llevara a cabo la mezcla que consiste en girar las paletas por 10 segundos a una velocidad de 300 rpm a fin de desestabilizar las cargas superficiales de las partículas de la materia orgánica, luego una mezcla lenta por 20 minutos a 80 rpm para obtener la formación de flóculos.

Después se dejará Sedimentar por un tiempo de 10 minutos, para medir las Turbiedades en los 6 vasos. El pH Optimo fue la turbiedad más baja, con la curva adecuada.

➤ **Determinación de los Parámetros de Floculación:**

Se realizan los ensayos de la prueba de jarras empleando la Dosis Optima, la Concentración Optima y el pH Optimo, previamente encontrada en los ensayos anteriores. La mezcla rápida se hace durante 10 segundos a 300 rpm. La floculación se lleva a cabo a distintos gradientes (80 s-1, 60 s-1, 40 s-1 y 25 s-1) con una variación de tiempo para cada gradiente (t) (5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 25 min y 30 min). Para que, a los 5 minutos, se saque el primer vaso, y se deje sedimentar por 10 minutos, para ello se toma la turbiedad. Y se hace lo mismo con los 5 vasos restantes.

Se grafica la turbiedad residual (Tf) vs el tiempo de floculación (min.), para cada valor de gradiente. Se elige las gradientes con una turbiedad menor, verticalmente de todas las gradientes.

Se hace una gráfica gradiente de velocidad (G) vs los Tiempos (min.), Con el fin de ajustar los datos anteriores de gradiente y tiempo de floculación a una línea, se hace una regresión lineal por el método de los mínimos cuadrados. De esa manera obtenemos la curva.

El agua se analiza los siguientes parámetros: Color, pH, Solidos totales disueltos, Turbiedad, Hierro, Coliformes Totales, Coliformes Fecales o Termotolerantes, y Escheriachia Coli.

➤ **Determinación de los Parámetros de Decantación:**

Se realizan los ensayos de la prueba de jarras empleando la Dosis Optima, la Concentración Optima y el pH Optimo, previamente encontrada en los ensayos anteriores. En este parámetro varié los tiempos, para poder determinar las velocidades, Para que, a los 5 minutos, se saque el primer vaso, y se deje sedimentar por 10 minutos, paso ello se toma la turbiedad. Y se hace lo mismo con los 5 vasos restantes. con ello a partir de la tasa de decantación, determinemos el Co, de la curva a su vez poder determinar Rt (%), y tener las turbiedades finales, la turbiedad que se acerca a 2 UNT, es la q se elige según normativa y esto se va haciendo para las 5 corridas.

Obtener una velocidad de sedimentación, más óptima para la dosis, concentración y pH adecuado.

2.2. TIPO DE ESTUDIO

El Tipo de Estudio para el proyecto de Investigación:

2.2.1. SEGÚN PROPÓSITO O APLICACIÓN

- Aplicada

2.2.2. SEGÚN SU NATURALEZA, PROFUNDIDAD Y/O ALCANCE

- Explicativa – Descriptiva

2.3. DISEÑO

Para el Diseño empleado se realizará un estudio experimental que por ser conveniente con nuestro objetivo se considera lo siguiente:

2.3.1. DISEÑO PRE EXPERIEMENTAL

- Es una medición previa de la variable dependiente a ser estudiado, “Pre Test”.
- Introducción o aplicación de la variable independiente o experimental “X” a los sujetos “Y”.
- Una nueva medición de la variable dependiente en los sujetos, “Post Test”

Esquema:

$$G: O_1 - X - O_2$$

Donde:

O_1 : Pre Test (Muestra de Entrada)

X: Tratamiento (Coagulante)

O_2 : Post Test (Muestra de Salida)

2.4. VARIABLES

Tabla 14 *Variables Independiente y Dependiente*

TIPO DE VARIABLES	VARIABLE	DEFINICIÓN	UNIDADES
Independiente:			
Empleando el Almidón de Manihot Esculenta (Yuca)	Dosis	Relación de la masa por Volumen	mg/l o ml/l
	Concentración	Relación de la masa por Volumen	mg/l o ml/l
	pH	Nivel de Acidez y Alcalinidad	pH
Dependiente:			
Remoción de la Turbiedad en Función a la Velocidad de Sedimentación	Turbiedad	Transparencia del Agua	UNT
	Color	Presencia en solución de Diferentes Sustancias	UCT
	Solidos Totales Disueltos	Residuo que queda después del Filtrado	Mg/l
	Velocidad de Sedimentación	Relación de las Partículas con el Tiempo	cm/s

Fuente: (Elaboración Propia)

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 15 *Operacionalización de Variables*

	VARIABLES	UNIDADES
Independiente	Dosis	mg/l o ml/l
	Concentración	mg/l o ml/l
	pH	pH
Dependiente	Turbiedad	UNT
	Color	UCT
	Solidos Totales Disueltos	Mg/l
	Velocidad de Sedimentación	cm/s

Fuente: (Elaboración Propia)

2.6. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

2.6.1. POBLACIÓN

Este estudio se realizó en beneficio de la población de Macashca 720 habitantes aproximadamente.

2.6.2. MUESTRA

Se tomo una muestra del rio de Macashca para la determinación de sus parámetros, para proceder a ser potabilizada.

- 100 litros de Agua por cada corrida para su análisis en la prueba de Jarras (5 veces), tanto, para la dosis, concentración, pH, Floculación, y Decantación.

2.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 16 *Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos*

	VARIABLE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Independiente	Velocidad de Sedimentación	Características del Coagulante	Revisión de Archivos
			Hojas de Excel
			Revisión de Bibliografía
Dependiente	Dosis	Evaluación Estadística	Cálculo en el Excel
	Concentración		
	pH		Cuaderno de Apuntes
	Turbiedad		
	Solidos Totales Disueltos		

Fuente: (Elaboración Propia)

2.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

Este análisis fue realizado en la herramienta de la hoja de Excel, la cual a través de un análisis de entrada y salida de los parámetros nos ayuda validar nuestros resultados.

2.8.1 ELECCIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA

Para validar los datos que se obtendrán en Laboratorio se realizara mediante el método estadístico de validación que será el T de Student que nos ayudara a comprender mejor los resultados y por ende las conclusiones.

2.8.2. DEFINICIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA

(Prueba T de Student para muestras relacionadas)

Es una prueba paramétrica de comparación de una muestra relacionada, debe cumplir las siguientes características:

- Asignación aleatoria de los grupos.
- Homocedasticidad (homogeneidad de las varianzas de la variable dependiente de los grupos).
- Distribución normal de la variable dependiente en los dos grupos.
- Nivel de razón de la variable dependiente.

Su función es comparar dos mediciones de puntuaciones (medias aritméticas) y determinar que la diferencia no se deba al azar (que la diferencia sea estadísticamente significativa). (Juarez y López 2011)

2.8.3. DEFINIR EL NIVEL DE PROBABILIDAD ALFA (α)

Para esta prueba el porcentaje de error que estoy dispuesto a asumir es de $\alpha = 0.5$

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

- **Si la probabilidad obtenida P-Valor** $\leq \alpha$ rechaza la H_0 , (se acepta la H_1).
- **Si la probabilidad obtenida P-Valor** $> \alpha$ se acepta la H_0 , (se rechaza la H_1).

2.9. ÁMBITO DE ESTUDIO

La Presente investigación se realizó en el departamento de Ancash, Provincia de Huaraz, Distrito Huaraz, en el Centro Poblado de Macashca. Las muestras se tomaron del rio, para luego ser llevados al laboratorio de la UNASAM – FCAM.

2.9.1. UBICACIÓN

- **LUGAR** : CC.PP. MACASHCA
- **DISTRITO** : HUARAZ
- **PROVINCIA** : HUARAZ
- **DEPARTAMENTO** : ANCASH

➤ **Descripción**

El ámbito jurisdiccional del Centro Poblado de Macashca está constituido por el espacio geográfico de la parte media y alta de la Sub Cuenca de Río Páriac, Cuenca Hidrográfica del río Santa, provincia fisiográfica Sierra y Flanco Occidental de la Cordillera Blanca, extendiéndose desde los 3250 m.s.n.m., altitud inferior y los 6369 m.s.n.m. máxima altitud en la cumbre del nevado Tunsho y entre las coordenadas geográficas:

- 09° 29' 47" y 09° 35' 14" Latitud Sur
- 77° 18' 12" y 77° 31' 05 Longitud Oeste

Política y administrativamente pertenece a la jurisdicción del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

La localidad de Macashca, sede del Centro Poblado del mismo nombre, se encuentra asentado sobre una terraza alta de la margen izquierda del río Pariac, en una altitud de 3,536 m.s.n.m., entre las coordenadas geográficas de 9° 43' 42" de latitud sur, y 77° 28' 18" longitud oeste, circundado por imponentes paisajes montañosos, donde se emplazan asentamientos poblacionales, semi dispersas, excepto San Cayetano, Sede de la Municipalidad del Centro Poblado, las viviendas se encuentran más o menos concentradas alrededor de la plaza de armas, principalmente las viviendas se encuentran localizadas al borde de la carretera.

- **Denominación:**

La denominación del centro poblado de Macashca es el actual nombre del centro poblado de Macashca, cuya palabra proviene de la palabra quechua que en castellano quiere decir golpeado, por lo tanto, es un topónimo, que no ha variado su modificación hasta la actualidad.

- **Superficie:**

La superficie del centro Poblado de Macashca, propuesto para la regularización de su límite jurisdiccional, abarca un área de 103,785 Km², que representa el 30,26% del área del distrito de Huaraz, cuenta con 342.95 Km² y el 4.16% con respecto a la superficie provincial de Huaraz que tiene una superficie de 2492,91Km².

- **Limites**

Los límites del Centro Poblado de Macashca son las siguientes:

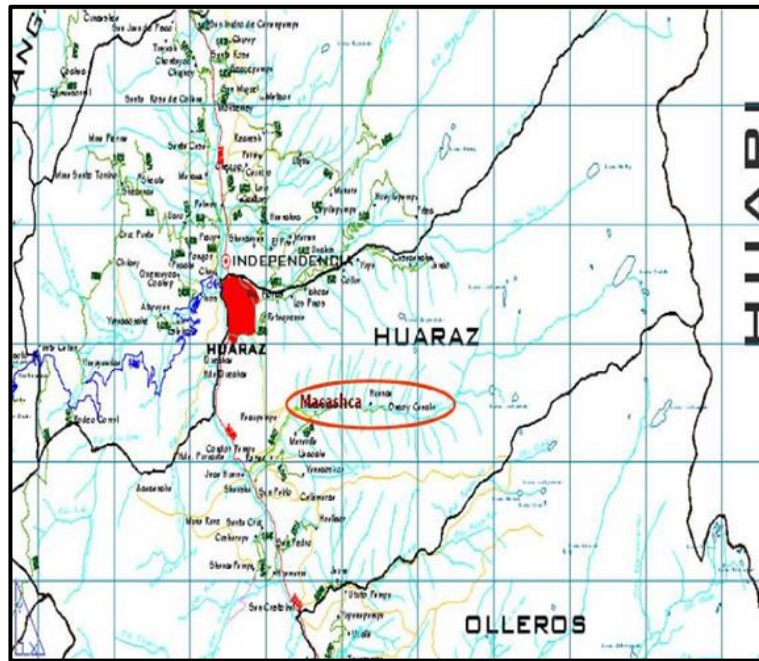
- Por el Noroeste y Norte: Con los Centros poblados de Toclla, cercado de Huaraz, Ichoca, Coyllur del distrito y provincia de Huaraz, del departamento de Ancash. El límite se inicia en la cumbre del cerro Cruz Piquemarca (cota 3537 m.s.n.m.), con dirección general Este por la línea de cumbres divisoria de aguas por los cerros, cerro de la costa 3,515 m.s.n.m., Cerro Cruz Punta, Cerro Huapish, Cerro Chunta (cota 4111 m.s.n.m.), señal del cerro Chunta Puanta.

- Por el Este y Sureste: Con el distrito de Huari de la provincia del mismo nombre y el distrito de Olleros de la provincia de Huaraz. A partir del último punto nombrado el límite continúa con dirección general Sur y Suroeste, por la línea de la cumbre divisoria de aguas de la Cordillera Blanca tomando una inflexión suroeste por las Cumbres del Cerro Pamparac y los Cerros Tijeraspunta (Cota 5716 m.s.n.m.).

- Por el Sur y Suroeste: Con los centros poblados de Jauna, Huallcor y la localidad de Yanacoshca del distrito de Huaraz de la provincia del mismo nombre. A partir del último punto nombrado, el límite continúa con dirección general suroeste por la línea de cumbres de los cerros Tijeraspunta (cota 5686 m.s.n.m.), malta quinua, Jashanpunta (cota 4444), huahuayoc, huinac punta jotuoco costa 4292 m.s.n.m.), hasta la naciente de la quebrada socoruri (intersección de los caminos huallcor y pacupampa, al pie de la ruina babilon) punto de coordenada UTM 229.400 Km. E y 8939.800 Km. N.

- Por el Suroeste, Oeste y Noroeste: Con la localidad de Yanacoshca y el centro poblado de Toclla. Desde el último punto mencionado el límite prosigue con dirección general noroeste, intersecando el thalweg de la quebrada Socoruri aguas abajo, hasta la confluencia con el río Pariac en la margen izquierda. A partir de este punto continúa con dirección oeste por el thalweg aguas abajo del río Pariac hasta aproximadamente 90 metros de longitud para luego inflexionar con dirección norte intersecando el thalweg de la quebrada Quishuar Ruri hasta su naciente en la cumbre del cerro de la cota 3,300 m.s.n.m., para finalmente siguiendo la línea de cumbre intersectar la cresta del cerro Cruz Piqui marca (cota 3537 m.s.n.m.), punto inicial de la presente descripción.

Figura 11 *Ubicación Política del Población de Macashca*



Fuente: (Catastro)

Figura 12 *Ubicación del Río de Macashca*



Fuente: (Google Earth)

2.9.2. ACCESO

Tabla 17 *Acceso a Macashca*

DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN	DISTANCIA	TIEMPO
HUARAZ - PUENTE PARIAC	CARRETERA ASFALTADA	8	20
PUENTE PARIAC - MACASHCA	AFIRMADO	6	30

Fuente: (Elaboración Propia)

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. RESULTADOS DEL ALMIDÓN DE YUCA

3.1.1. RESULTADOS DE LA EXTRACCIÓN

En el proceso de extracción se logró obtener los siguientes resultados:

- Se compro 3 kg de yuca, para obtener 600 g de almidón, con ello obtuvimos un porcentaje de 20 %.

3.1.2. RESULTADOS DEL TEST DE JARRAS

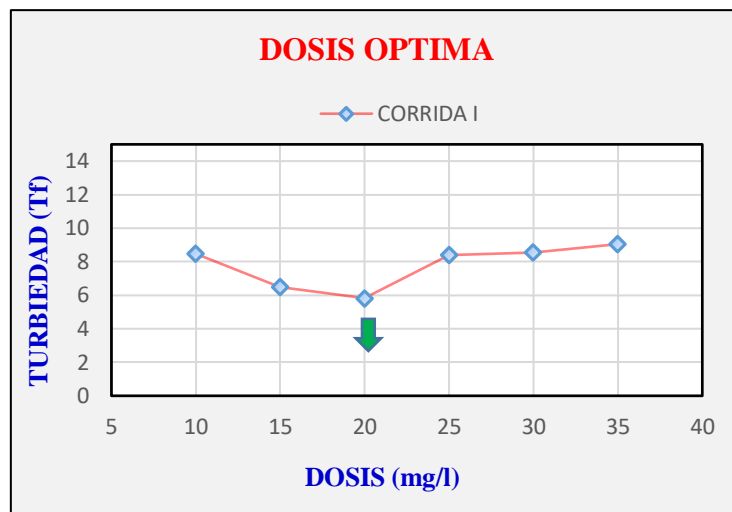
- **Primer Muestreo**
 - **Determinación de la Dosis Optima**

Tabla 18 *Dosis optima*

CORRIDA	DOSIS (mg/l)					
	10	15	20	25	30	35
I	8.49	6.49	5.83	8.40	8.55	9.05

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 1 *Dosis Optima del Primer Muestreo*



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 19 *Dosis Optima Seleccionada*

DOSIS OPTIMA SELECCIONADA
20 mg/l

Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De acuerdo a lo experimentado en el laboratorio la turbiedad más baja es de 5.83 UNT, que se encuentra en el vaso N° 3, y a su vez puede determinar su Dosis Optima que para este Primer Muestreo viene a ser de 20 mg/l.

➤ **Primer Muestreo**

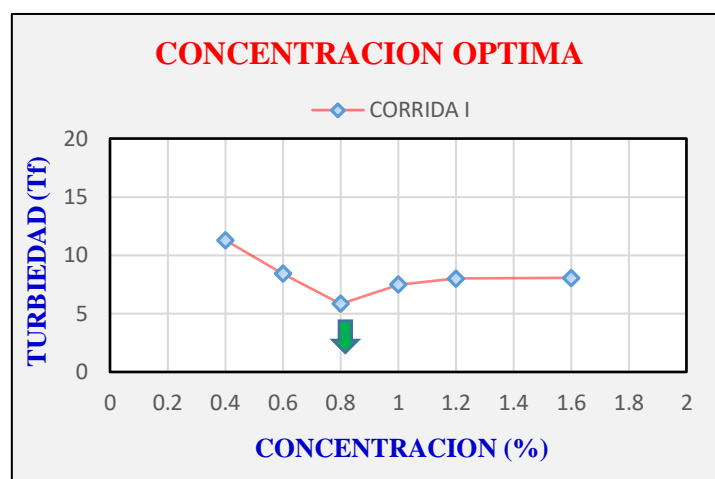
- **Determinación de la Concentración Optima**

Tabla 20 *Concentración optima*

CORRIDA	CONCENTRACION (%)					
	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6
I	11.3	8.4	5.63	7.48	8.01	8.06

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 2 *Concentración Óptima del Primer Muestreo*



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 21 *Concentración Óptima Seleccionada*

CONCENTRACION OPTIMA SELECCIONADA
0.8 %

Fuente: (Elaboración Propia)

+ Interpretación:

De acuerdo al cuadro realizado por medio de las Turbiedades, la que se encuentra en menor cantidad está en el vaso N° 3, con una Turbiedad de 5.63 UNT, con una concentración de 0.8 %, que nos indica que es su Concentración Óptima.

➤ **Primer Muestreo**

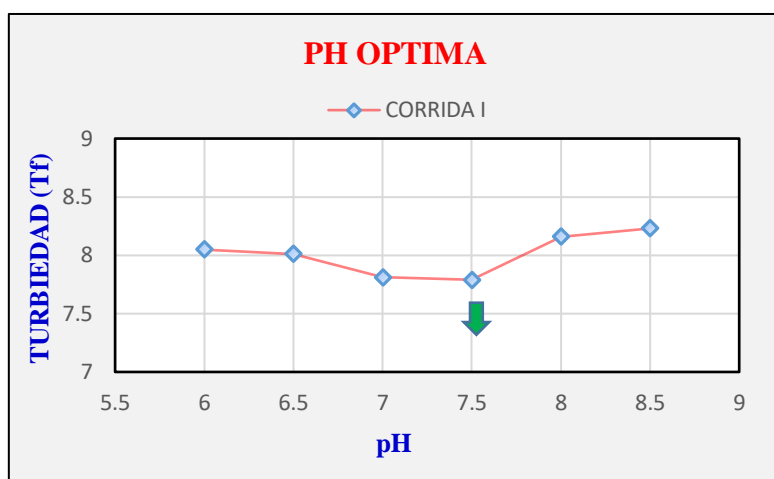
- **Determinación de pH Óptima**

Tabla 22 pH óptima

CORRIDA	pH					
	8.5	8	7.5	7	6.5	6
I	8.23	8.16	7.79	7.81	8.01	8.05

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 3 pH Optima del Primer Muestreo



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 23 pH Optima Seleccionada

PH OPTIMA SELECCIONADA
7.5

Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Cuando se realizó las pruebas para la determinación del pH por medio del coagulante natural la yuca, observamos que a una concentración de 1 %, se obtuvo un pH de 7.5, con esto se pudieron formar más los flocs, de esta manera la turbiedad pudo bajar en 7.79 UNT, por ende, se debe de trabajar con este pH para el respectivo tratamiento.

➤ Primer Muestreo

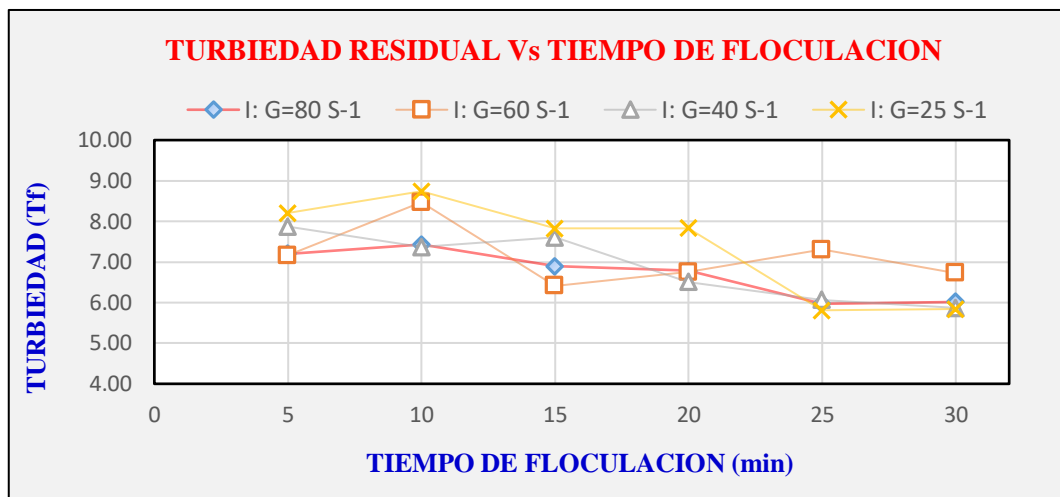
• Determinación de los Parámetros de Floculación

Tabla 24 Parámetros de Floculación

CORRIDA	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION					
		5	10	15	20	25	30
I: G=80 S-1	55	7.20	7.43	6.89	6.78	5.97	6.02
I: G=60 S-1	45	7.16	8.47	6.41	6.75	7.30	6.73
I: G=40 S-1	35	7.87	7.37	7.60	6.51	6.07	5.87
I: G=25 S-1	25	8.20	8.74	7.82	7.83	5.81	5.84

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 4 *Turbiedad (UNT) Vs Tiempo de Floculación (min)*



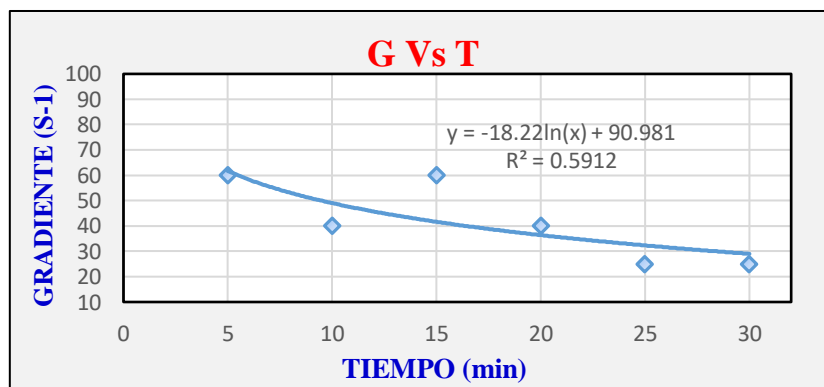
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 25 *Gradientes de Velocidades Optimas de Floculación*

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S-1)	60	40	60	40	25	25

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 5 *Gradiente (S-1) Vs Tiempo (min)*



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Del cuadro realizado podemos afirmar que el agua flocula mejor para gradientes menores a 25 s-1, con un tiempo óptimo de 25 minutos, con esto determinamos los parámetros de floculación con una turbiedad de 5.81 UNT, en la gradiente de 25 s-1.

➤ **Primer Muestreo**

• **Determinación de los Parámetros de Decantación**

Tabla 26 *Parámetros de Decantación*

H(cm)	10	10	10	10	10	10
T(Min)	1	2	3	4	5	10
T(Seg)	60	120	180	240	300	600
Vel.(cm/s)	0.167	0.083	0.056	0.042	0.033	0.017
T_o	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50
T_f	8.32	8.23	7.97	7.72	6.93	6.63
C_o=T_f/T_o	0.427	0.422	0.409	0.396	0.355	0.340

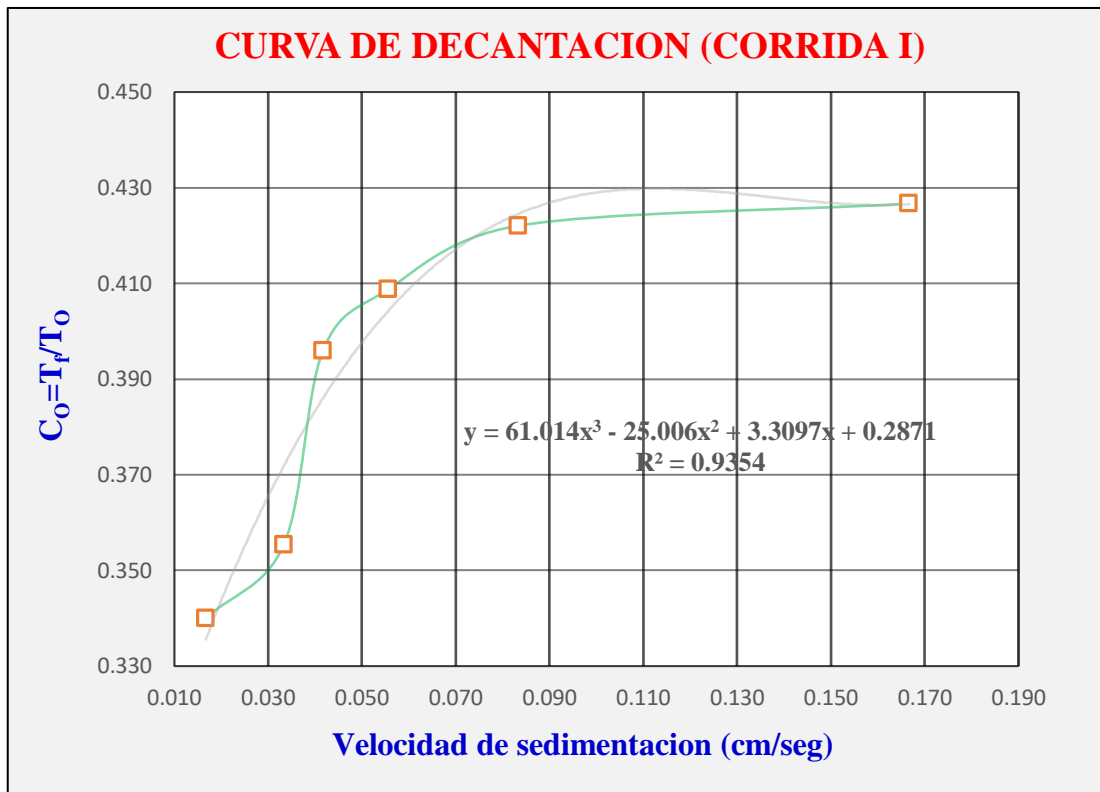
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 27 *Tasa de Decantación*

q m³/m²/dia	V_s (cm/s)	C_o=T_f/T_o	R_t (%)	T_r (UNT)	T_f (UNT)
144	0.167	0.427	0.961	18.74	0.76
72	0.083	0.425	0.966	18.84	0.66
48	0.056	0.404	0.978	19.06	0.44
36	0.042	0.386	0.986	19.23	0.27
28.8	0.033	0.372	0.992	19.34	0.16
14.4	0.017	0.336	1.000	19.50	0.00

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 6 C_0 Vs Velocidad de Sedimentación (cm/s)



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Para la determinación de la Velocidad de Sedimentación, este parámetro es muy importante, por lo cual del cuadro obtuvimos una tasa de decantación de 144 m³/m²/día, con el motivo de poder realizar la velocidad de Sedimentación a ciertos tiempos, y así obtuve un tiempo de 1 minuto, y una Velocidad de 0.167 cm/s, esto es para el Primer Muestreo.

➤ **Segundo Muestreo**

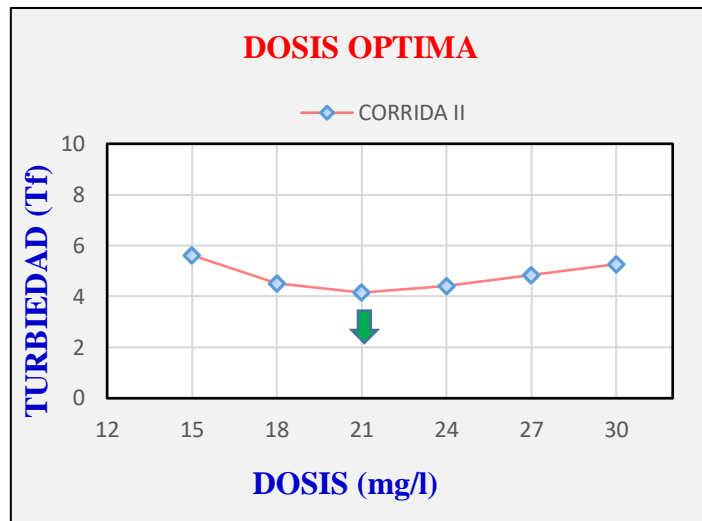
- **Determinación de la Dosis Optima**

Tabla 28 *Dosis optima*

CORRIDA	DOSIS (mg/l)					
	15	18	21	24	27	30
II	5.62	4.51	4.15	4.41	4.83	5.26

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 7 Dosis Optima del Segundo Muestreo



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 29 Dosis Optima Seleccionada

DOSIS OPTIMA SELECCIONADA
21 mg/l

Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De acuerdo a lo experimentado en el laboratorio la turbiedad más baja es de 4.15 UNT, que se encuentra en el vaso N° 3, y a su vez pude determinar su Dosis Optima que para este Segundo Muestreo viene a ser de 21 mg/l.

➤ **Segundo Muestreo**

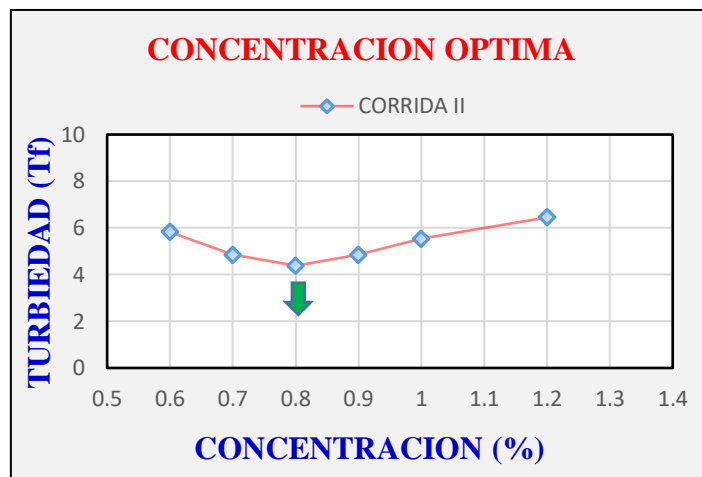
- **Determinación de la Concentración Optima**

Tabla 30 Concentración Optima

CORRIDA	CONCENTRACION (%)					
	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2
II	5.83	4.85	4.38	4.85	5.53	6.45

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 8 *Concentración Óptima del Segundo Muestreo*



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 31 *Concentración Óptima Seleccionada*

CONCENTRACION OPTIMA SELECCIONADA
0.8 %

Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De acuerdo al cuadro realizado por medio de las Turbiedades y concentraciones, la que se encuentra en menor cantidad está en el vaso N° 3, con una Turbiedad de 4.38 UNT, con una concentración de 0.8 %, que nos indica que es su Concentración Óptima.

➤ **Segundo Muestreo**

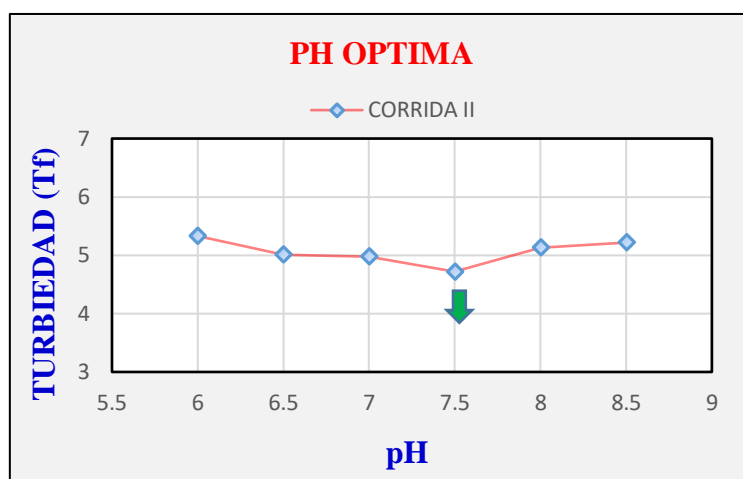
• **Determinación de pH Óptima**

Tabla 32 *pH óptima*

CORRIDA	pH					
	8.5	8	7.5	7	6.5	6
II	5.22	5.13	4.72	4.98	5.01	5.33

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 9 pH Optima del Segundo Muestreo



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 33 pH Optima Seleccionada

PH OPTIMA SELECCIONADA
7.5

Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Cuando se realizó las pruebas para la determinación del pH por medio del coagulante natural la yuca, observamos que a una concentración de 1 %, se obtuvo un pH de 7.5, con esto se pudieron formar más los flocs, de esta manera la turbiedad pudo bajar en 4.72 UNT, por ende, se debe de trabajar con este pH para el respectivo tratamiento.

➤ Segundo Muestreo

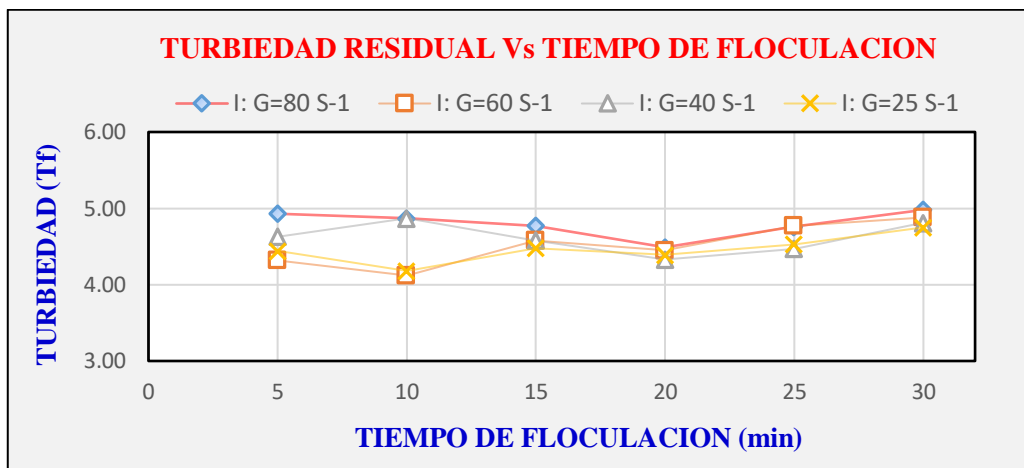
- **Determinación de los Parámetros de Floculación**

Tabla 34 Parámetros de Floculación

CORRIDA	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION					
		5	10	15	20	25	30
II: G=80 S-1	55	4.93	4.87	4.77	4.49	4.76	4.98
II: G=60 S-1	45	4.32	4.12	4.58	4.45	4.77	4.88
II: G=40 S-1	35	4.63	4.87	4.58	4.33	4.47	4.81
II: G=25 S-1	25	4.44	4.18	4.48	4.39	4.53	4.75

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 10 *Turbiedad (UNT) Vs Tiempo de Floculación (min)*



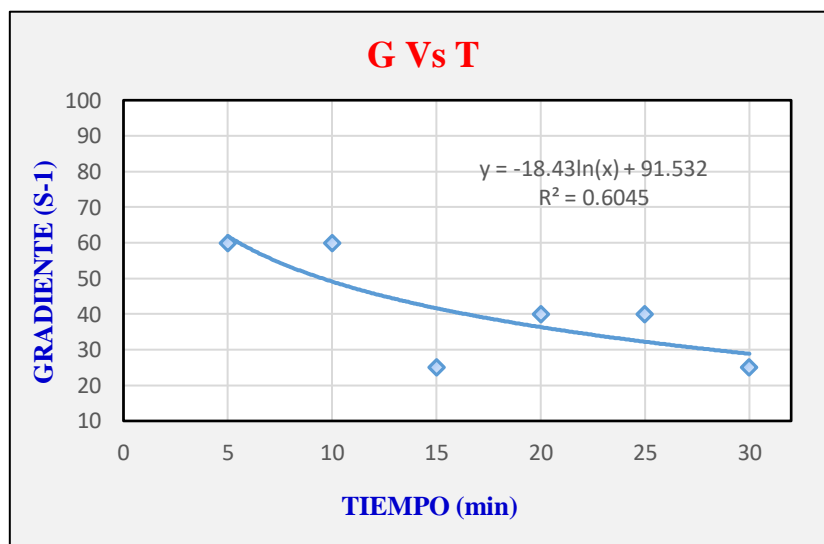
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 35 *Gradientes de Velocidades Optimas de Floculación*

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S-1)	60	60	25	40	40	25

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 11 *Gradiente (S-1) Vs Tiempo (min)*



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Del cuadro realizado podemos afirmar que el agua flocula mejor para gradientes de 60 s-1, con un tiempo óptimo de 10 minutos, con esto

determinamos los parámetros de floculación con una turbiedad de 4.12 UNT, en la gradiente de 60 s-1.

➤ **Segundo Muestreo**

- **Determinación de los Parámetros de Decantación**

Tabla 36 *Parámetros de Decantación*

H(cm)	10	10	10	10	10	10
T(Min)	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
T(Seg)	54	72	90	108	126	144
Vel.(cm/s)	0.185	0.139	0.111	0.093	0.079	0.069
T_o	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20
T_f	5.45	5.32	5.17	5.02	4.97	4.89
C_o=T_f/T_o	0.336	0.328	0.319	0.310	0.307	0.302

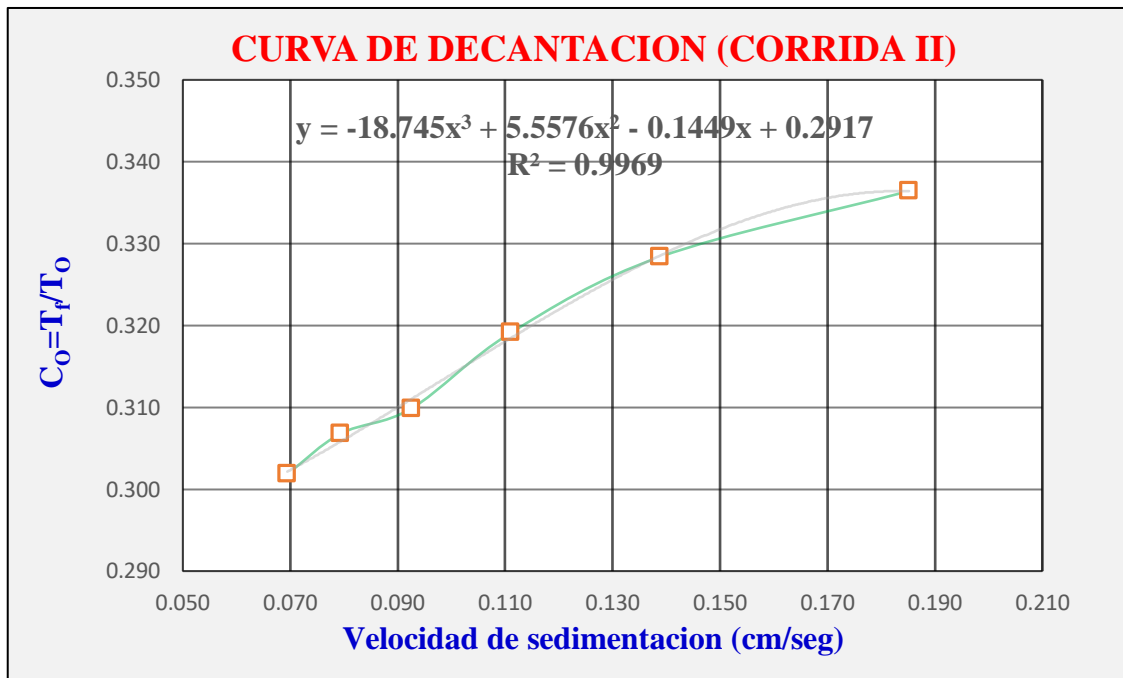
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 37 *Tasa de Decantación*

q m³/m²/dia	V_s (cm/s)	C_o=T_f/T_o	R_t (%)	Tr (UNT)	Tf (UNT)
160	0.185	0.336	0.989	16.025	0.175
120	0.139	0.329	0.993	16.092	0.108
96	0.111	0.318	0.997	16.149	0.051
80	0.093	0.311	0.999	16.181	0.019
69	0.079	0.306	1.000	16.196	0.004
60	0.069	0.302	1.000	16.200	0.000

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 12 C_0 Vs Velocidad de Sedimentación (cm/s)



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Para la determinación de la Velocidad de Sedimentación, este parámetro es muy importante, por lo cual del cuadro obtuvimos una tasa de decantación de 160 m³/m²/día, con el motivo de poder realizar la velocidad de Sedimentación a ciertos tiempos, y así obtuve un tiempo de 0.9 minutos, y una Velocidad de 0.185 cm/s, esto es para el Segundo Muestreo.

➤ **Tercer Muestreo**

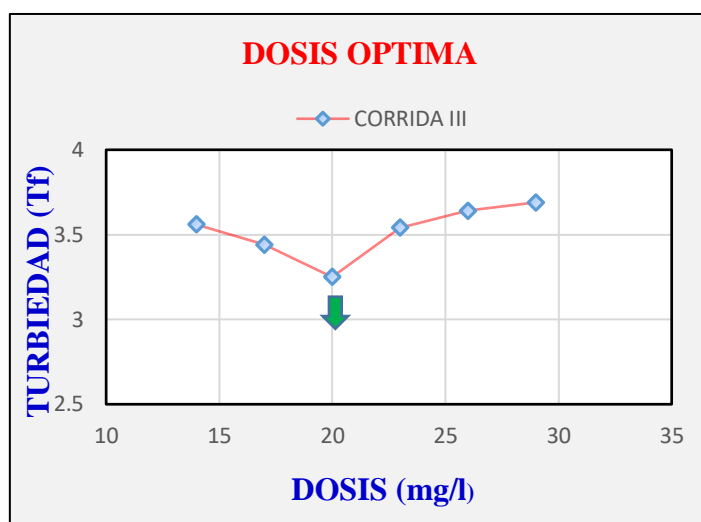
- **Determinación de la Dosis Optima**

Tabla 38 *Dosis optima*

CORRIDA	DOSIS (mg/l)					
	14	17	20	23	26	29
III	3.56	3.44	3.25	3.54	3.64	3.69

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 13 *Dosis Optima del Tercer Muestreo*



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 39 *Dosis Optima Seleccionada*

DOSIS OPTIMA SELECCIONADA
20 mg/l

Fuente: (Elaboración Propia)

+ Interpretación:

De acuerdo a lo experimentado en el laboratorio la turbiedad más baja es de 3.25 UNT, que se encuentra en el vaso n° 3, variando la dosis en un rango de 3 mg/l con ello se puede determinar su Dosis Optima que para este Tercer Muestreo viene a ser de 20 mg/l.

➤ **Tercer Muestreo**

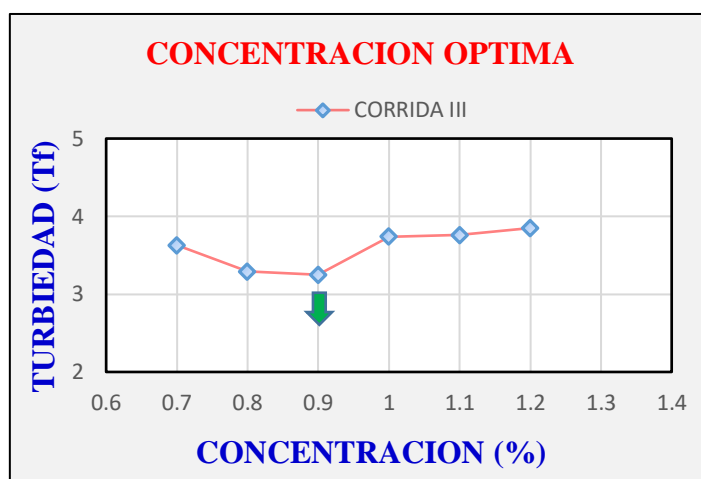
- **Determinación de la Concentración Optima**

Tabla 40 *Concentración optima*

CORRIDA	CONCENTRACION (%)					
	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
III	3.63	3.29	3.21	3.74	3.76	3.85

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 14 *Concentración Óptima del Tercer Muestreo*



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 41 *Concentración Óptima Seleccionada*

CONCENTRACION OPTIMA SELECCIONADA
0.9 %

Fuente: (Elaboración Propia)

+ Interpretación:

De acuerdo al cuadro realizado por medio de las Turbiedades y concentraciones, la que se encuentra en menor cantidad está en el vaso n° 3, con una Turbiedad de 3.21 UNT, con una concentración de 0.9 %, que nos indica que es su Concentración Óptima.

➤ **Tercer Muestreo**

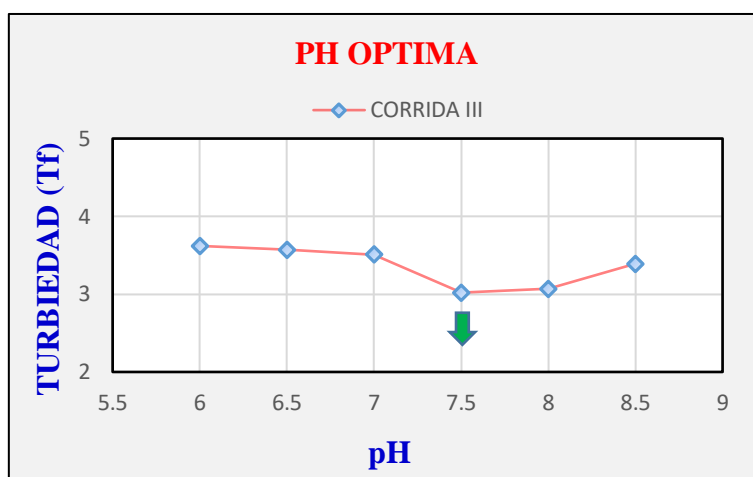
- **Determinación de pH Óptima**

Tabla 42 *pH óptima*

CORRIDA	pH					
	8.5	8	7.5	7	6.5	6
III	3.39	3.07	3.02	3.51	3.57	3.62

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 15 *pH Optima del Tercer Muestreo*



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 43 *pH Optima Seleccionada*

PH OPTIMA SELECCIONADA
7.5

Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Quando se realizó las pruebas para la determinación del pH por medio del coagulante natural la yuca, observamos que a una concentración de 1 %, se obtuvo un pH de 7.5, con esto se pudieron formar más los flocs, de esta manera la turbiedad pudo bajar en 3.02 UNT, por ende, se debe de trabajar con este pH para el respectivo tratamiento.

➤ Tercer Muestreo

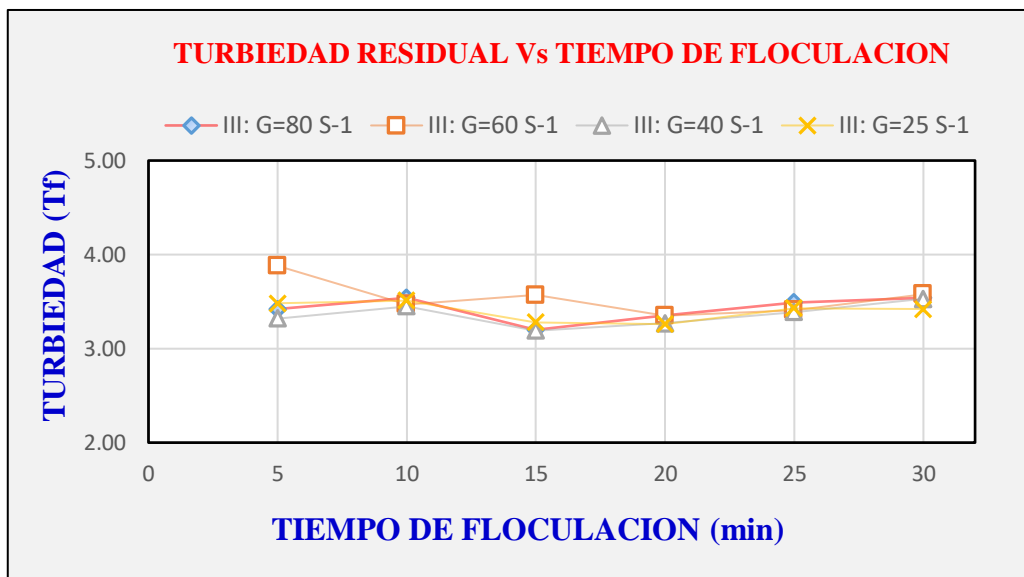
- **Determinación de los Parámetros de Floculación**

Tabla 44 *Parámetros de Floculación*

CORRIDA	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION					
		5	10	15	20	25	30
III: G=80 S-1	55	3.42	3.54	3.20	3.35	3.49	3.54
III: G=60 S-1	45	3.88	3.47	3.57	3.35	3.41	3.58
III: G=40 S-1	35	3.32	3.45	3.19	3.27	3.39	3.53
III: G=25 S-1	25	3.48	3.51	3.28	3.26	3.43	3.42

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 16 *Turbiedad (UNT) Vs Tiempo de Floculación (min)*



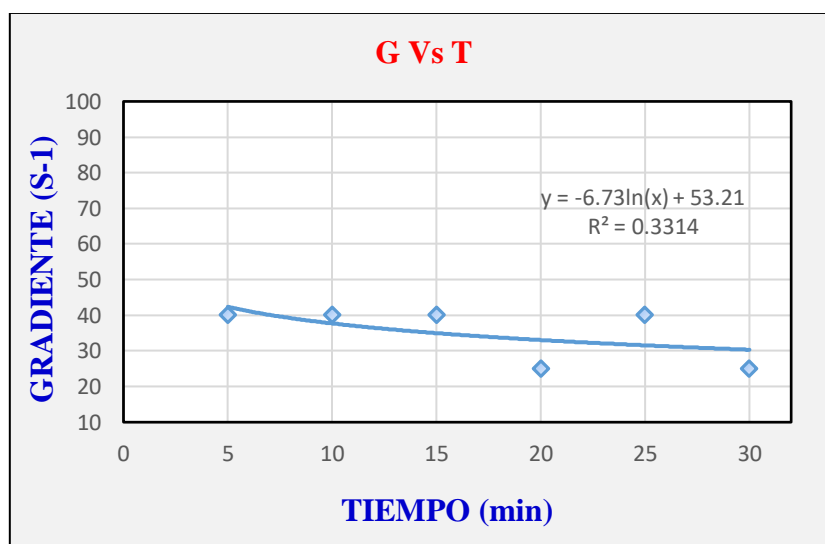
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 45 *Gradientes de Velocidades Optimas de Floculación*

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S-1)	40	40	40	25	40	25

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 17 *Gradiente (S-1) Vs Tiempo (min)*



Fuente: (Elaboración Propia)

Interpretación:

Del cuadro realizado podemos afirmar que el agua flocula mejor para gradientes de 40 s⁻¹, con un tiempo óptimo de 15 minutos, con esto determinamos los parámetros de floculación con una turbiedad de 3.19 UNT, en la gradiente de 40 s⁻¹.

➤ Tercer Muestreo

- **Determinación de los Parámetros de Decantación**

Tabla 46 *Parámetros de Decantación*

H(cm)	10	10	10	10	10	10
T(Min)	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8
T(Seg)	48	60	72	84	96	108
Vel.(cm/s)	0.208	0.167	0.139	0.119	0.104	0.093
T_o	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30
T_f	3.62	3.55	3.32	3.07	2.95	2.81
C_o=T_f/T_o	0.351	0.345	0.322	0.298	0.286	0.273

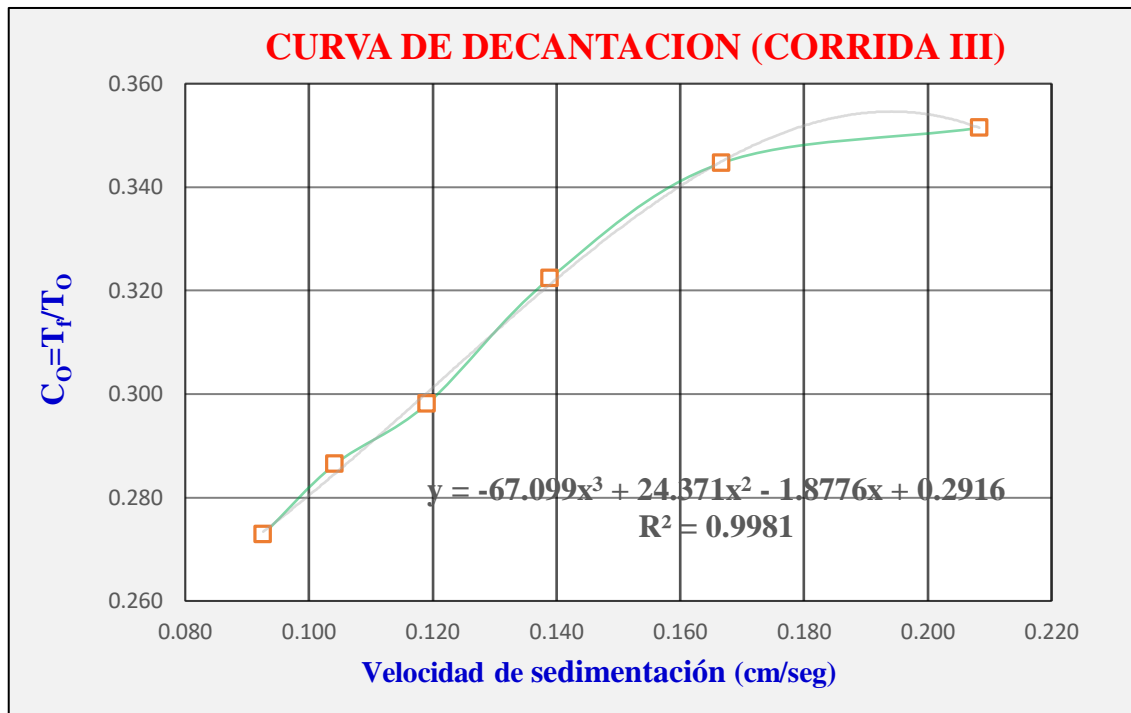
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 47 *Tasa de Decantación*

q m³/m²/día	V_s (cm/s)	C_o=T_f/T_o	R_t (%)	Tr (UNT)	Tf (UNT)
180	0.208	0.351	0.978	10.075	0.23
144	0.167	0.345	0.984	10.135	0.17
120	0.139	0.321	0.992	10.217	0.08
103	0.119	0.300	0.997	10.269	0.03
90	0.104	0.285	0.999	10.293	0.01
80	0.093	0.273	1.000	10.300	0.00

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 18 C_o Vs Velocidad de Sedimentación (cm/s)



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Para la determinación de la Velocidad de Sedimentación, este parámetro es muy importante, por lo cual del cuadro obtuvimos una tasa de decantación de 180 m³/m²/día, con el motivo de poder realizar la velocidad de Sedimentación a ciertos tiempos, y así obtuve un tiempo de 0.8 minutos, y una Velocidad de 0.208 cm/s, esto es para el Tercer Muestreo.

➤ **Cuarto Muestreo**

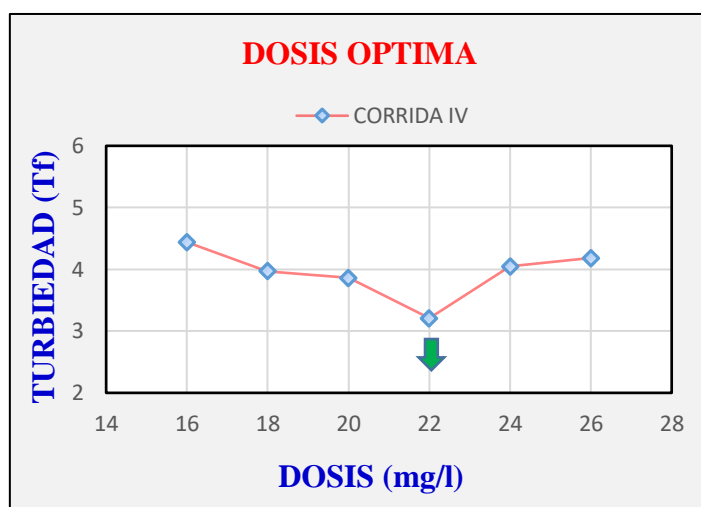
- **Determinación de la Dosis Optima**

Tabla 48 *Dosis optima*

CORRIDA	DOSIS (mg/l)					
	16	18	20	22	24	26
IV	4.44	3.97	3.86	3.21	4.05	4.18

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 19 *Dosis Optima del Cuarto Muestreo*



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 49 *Dosis Optima Seleccionada*

DOSIS OPTIMA SELECCIONADA
22 mg/l

Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De acuerdo a lo experimentado en el laboratorio la turbiedad más baja es de 3.21 UNT, que se encuentra en el vaso n° 4, variando la dosis en un rango de 2 mg/l con ello se puede determinar su Dosis Optima que para este Cuarto Muestreo viene a ser de 22 mg/l.

➤ Cuarto Muestreo

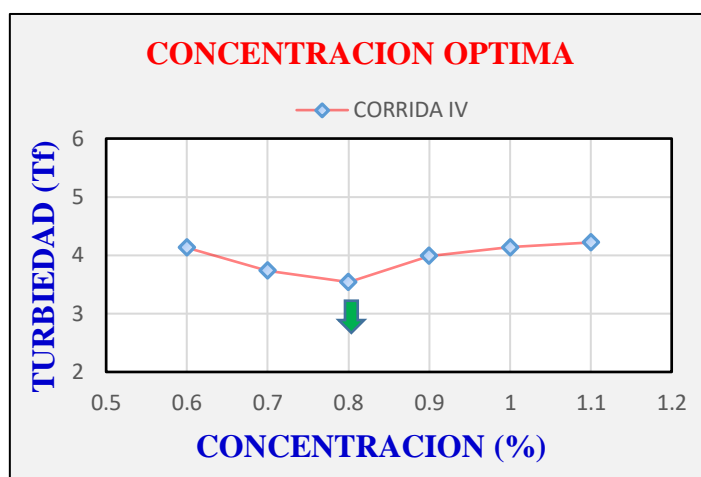
- **Determinación de la Concentración Optima**

Tabla 50 *Concentración optima*

CORRIDA	CONCENTRACION (%)					
	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
IV	4.13	3.74	3.54	3.99	4.14	4.22

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 20 *Concentración Óptima del Cuarto Muestreo*



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 51 *Concentración Óptima Seleccionada*

CONCENTRACION OPTIMA SELECCIONADA
0.8 %

Fuente: (Elaboración Propia)

+ Interpretación:

De acuerdo al cuadro realizado por medio de las Turbiedades y concentraciones, la que se encuentra en menor cantidad está en el vaso n° 3, con una Turbiedad de 3.54 UNT, con una concentración de 0.8 %, que nos indica que es su Concentración Óptima.

➤ **Cuarto Muestreo**

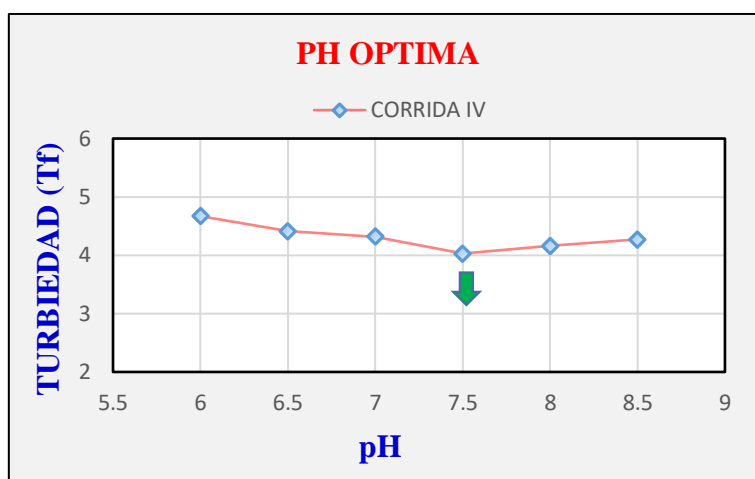
- **Determinación de pH Óptima**

Tabla 52 *pH óptima*

CORRIDA	pH					
	8.5	8	7.5	7	6.5	6
IV	4.27	4.16	4.03	4.32	4.41	4.67

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 21 *pH Optima del Tercer Muestreo*



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 53 *pH Optima Seleccionada*

PH OPTIMA SELECCIONADA
7.5

Fuente: (Elaboración Propia)

+ Interpretación:

Cuando se realizó las pruebas para la determinación del pH por medio del coagulante natural la yuca, observamos que a una concentración de 1 %, se obtuvo un pH de 7.5, con esto se pudieron formar más los flocs, de esta manera la turbiedad pudo bajar en 4.03 UNT, por ende, se debe de trabajar con este pH para el respectivo tratamiento.

➤ **Cuarto Muestreo**

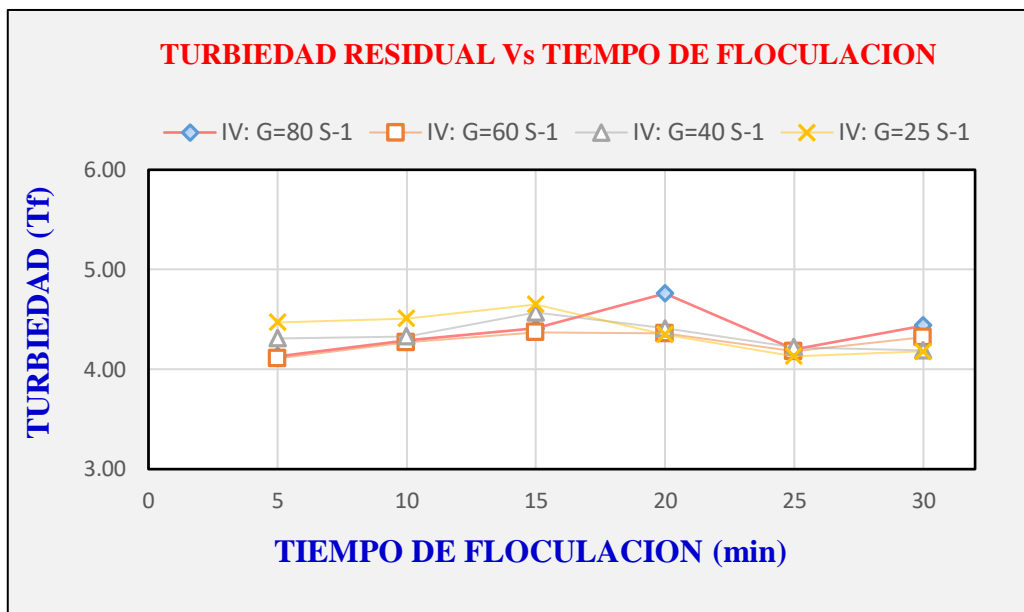
- **Determinación de los Parámetros de Floculación**

Tabla 54 *Parámetros de Floculación*

CORRIDA	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION					
		5	10	15	20	25	30
IV: G=80 S-1	55	4.13	4.29	4.41	4.76	4.20	4.44
IV: G=60 S-1	45	4.11	4.27	4.37	4.36	4.18	4.32
IV: G=40 S-1	35	4.31	4.33	4.57	4.41	4.22	4.19
IV: G=25 S-1	25	4.47	4.51	4.65	4.35	4.13	4.18

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 22 *Turbiedad (UNT) Vs Tiempo de Floculación (min)*



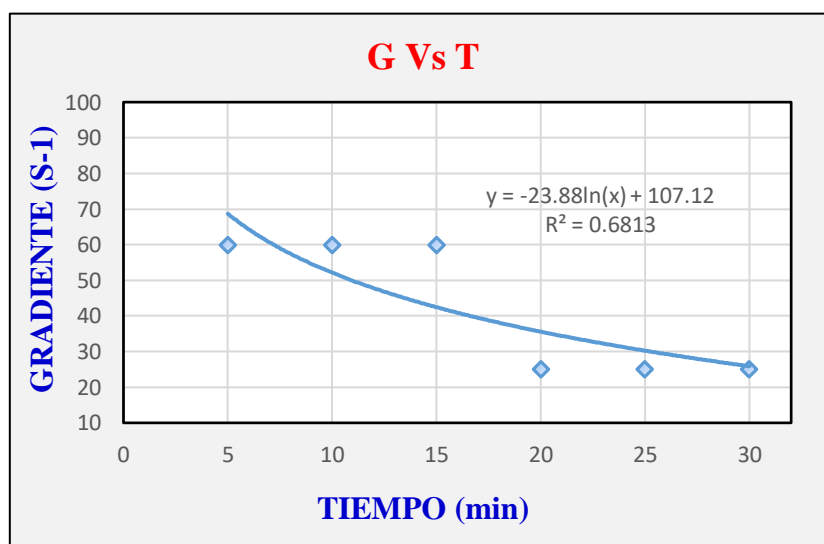
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 55 *Gradientes de Velocidades Optimas de Floculación*

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S-1)	60	60	60	25	25	25

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 23 *Gradiente (S-1) Vs Tiempo (min)*



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Del cuadro realizado podemos afirmar que el agua flocula mejor para gradientes de 60 s⁻¹, con un tiempo óptimo de 5 minutos, con esto determinamos los parámetros de floculación con una turbiedad de 4.11 UNT, en la gradiente de 60 s⁻¹.

➤ Cuarto Muestreo

- **Determinación de los Parámetros de Decantación**

Tabla 56 *Parámetros de Decantación*

H(cm)	10	10	10	10	10	10
T(Min)	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85
T(Seg)	36	39	42	45	48	51
Vel.(cm/s)	0.278	0.256	0.238	0.222	0.208	0.196
T_o	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20
T_f	4.57	4.42	4.31	4.02	3.99	3.92
C_o=T_f/T_o	0.322	0.311	0.304	0.283	0.281	0.276

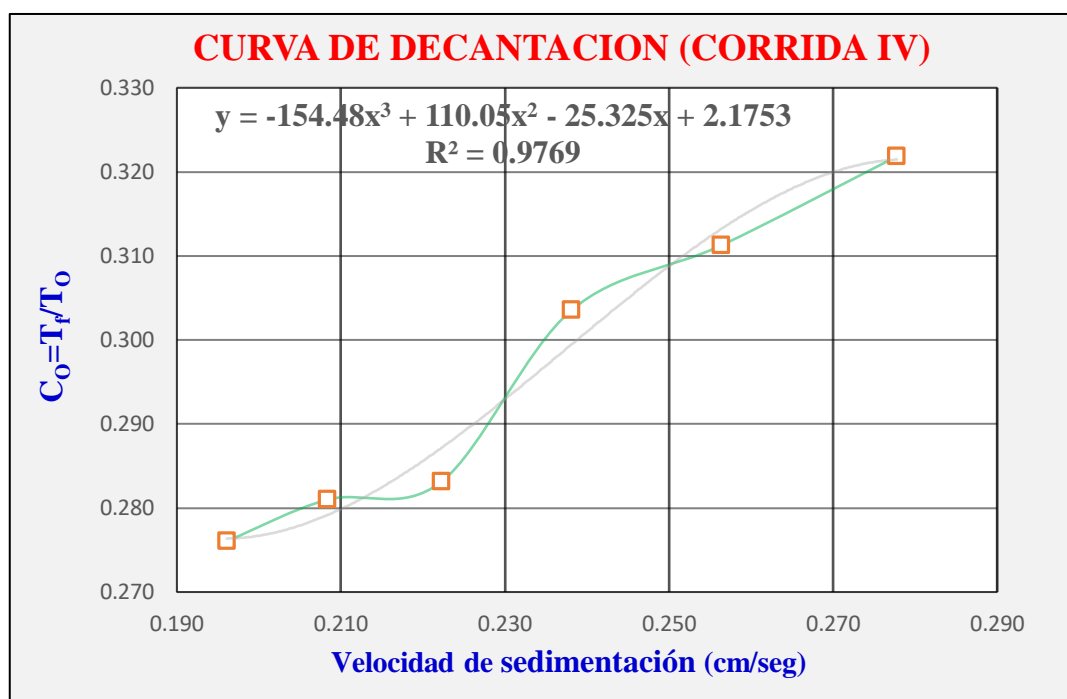
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 57 *Tasa de Decantación*

q m³/m²/día	V_s (cm/s)	C_o=T_f/T_o	R_t (%)	T_r (UNT)	T_f (UNT)
240	0.278	0.321	0.993	14.106	0.09
222	0.256	0.313	0.996	14.139	0.06
206	0.238	0.299	0.998	14.171	0.03
192	0.222	0.287	0.999	14.191	0.01
180	0.208	0.279	1.000	14.199	0.00
169	0.196	0.276	1.000	14.200	0.00

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 24 C_0 Vs Velocidad de Sedimentación (cm/s)



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Para la determinación de la Velocidad de Sedimentación, este parámetro es muy importante, por lo cual del cuadro obtuvimos una tasa de decantación de 240 m³/m²/día, con el motivo de poder realizar la velocidad de Sedimentación a ciertos tiempos, y así obtuve un tiempo de 0.6 minutos, y una Velocidad de 0.278 cm/s, esto es para el Cuarto Muestreo.

➤ Quinto Muestreo

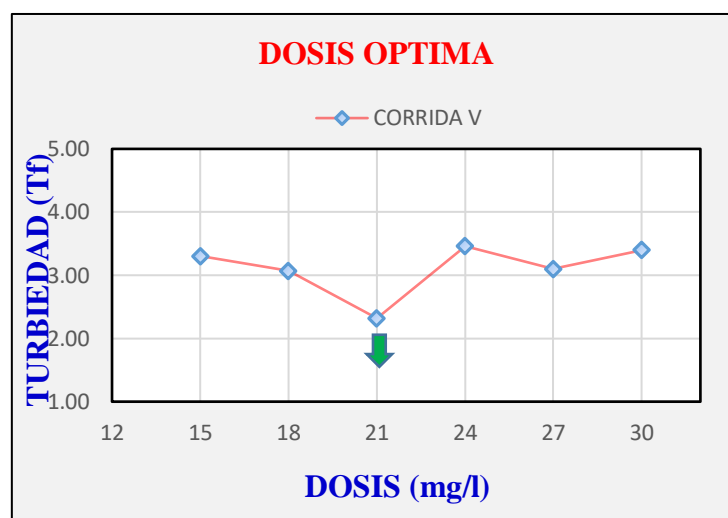
- **Determinación de la Dosis Optima**

Tabla 58 *Dosis optima*

CORRIDA	DOSIS (mg/l)					
	15	18	21	24	27	30
V	3.30	3.07	2.32	3.46	3.10	3.40

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 25 Dosis Optima del Cuarto Muestreo



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 59 Dosis Optima Seleccionada

DOSIS OPTIMA SELECCIONADA
21 mg/l

Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De acuerdo a lo experimentado en el laboratorio la turbiedad más baja es de 2.32 UNT, que se encuentra en el vaso n° 3, variando la dosis en un rango de 3 mg/l con ello se puede determinar su Dosis Optima que para este Cuarto Muestreo viene a ser de 21 mg/l.

➤ **Quinto Muestreo**

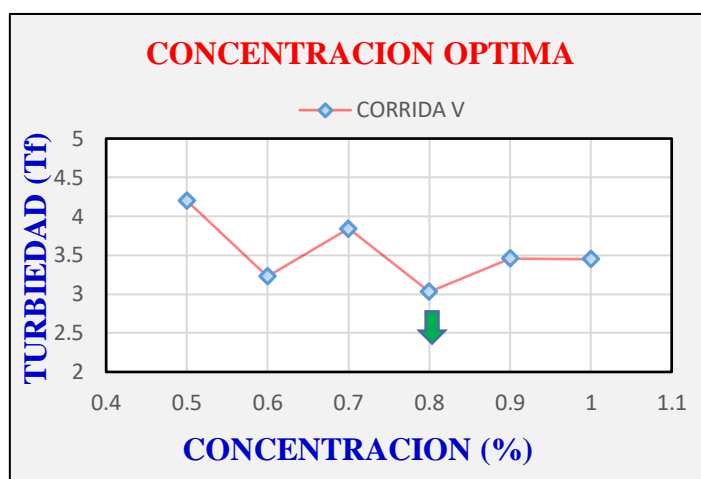
- **Determinación de la Concentración Optima**

Tabla 60 Concentración optima

CORRIDA	CONCENTRACION (%)					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
V	4.2	3.23	3.84	3.03	3.46	3.45

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 26 *Concentración Óptima del Cuarto Muestreo*



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 61 *Concentración Óptima Seleccionada*

CONCENTRACION OPTIMA SELECCIONADA
0.8 %

Fuente: (Elaboración Propia)

+ Interpretación:

De acuerdo al cuadro realizado por medio de las Turbiedades y concentraciones, la que se encuentra en menor cantidad está en el vaso n° 4, con una Turbiedad de 3.03 UNT, con una concentración de 0.8 %, que nos indica que es su Concentración Óptima.

➤ **Quinto Muestreo**

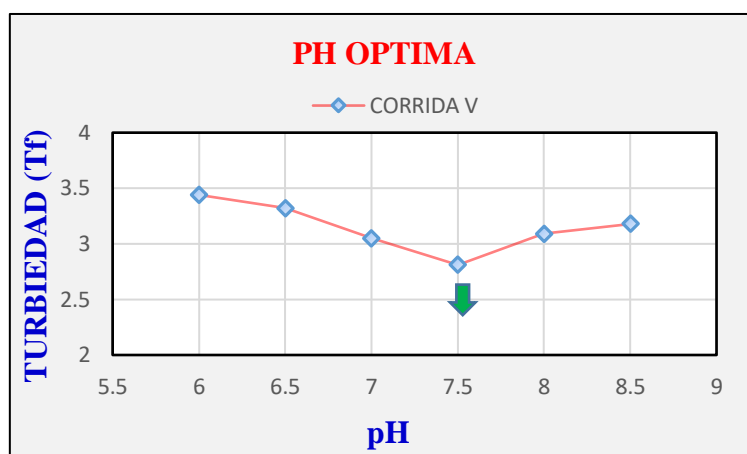
- **Determinación de pH Óptima**

Tabla 62 *pH óptima*

CORRIDA	pH					
	8.5	8	7.5	7	6.5	6
V	3.18	3.09	2.81	3.05	3.32	3.44

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 27 pH Optima del Tercer Muestreo



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 63 pH Optima Seleccionada

PH OPTIMA SELECCIONADA
7.5

Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Cuando se realizó las pruebas para la determinación del pH por medio del coagulante natural la yuca, observamos que a una concentración de 1 %, se obtuvo un pH de 7.5, con esto se pudieron formar más los flocs, de esta manera la turbiedad pudo bajar en 2.81 UNT, por ende, se debe de trabajar con este pH para el respectivo tratamiento.

➤ Quinto Muestreo

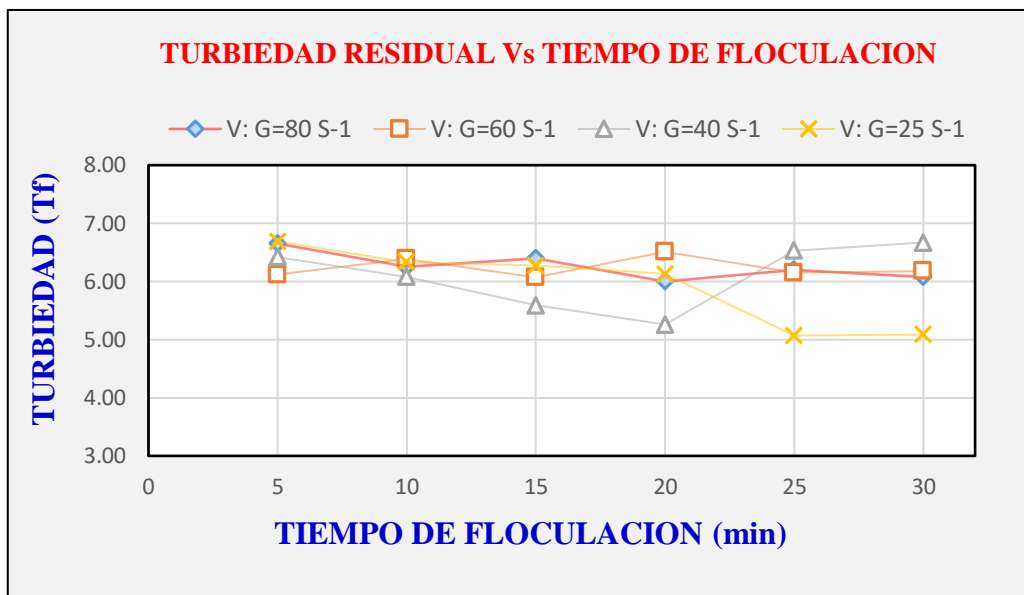
- **Determinación de los Parámetros de Floculación**

Tabla 64 Parámetros de Floculación

CORRIDA	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION					
		5	10	15	20	25	30
V: G=80 S-1	55	6.65	6.25	6.40	6.00	6.20	6.08
V: G=60 S-1	45	6.12	6.39	6.07	6.51	6.15	6.18
V: G=40 S-1	35	6.42	6.08	5.59	5.26	6.53	6.67
V: G=25 S-1	25	6.69	6.33	6.27	6.13	5.07	5.09

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 28 *Turbiedad (UNT) Vs Tiempo de Floculación (min)*



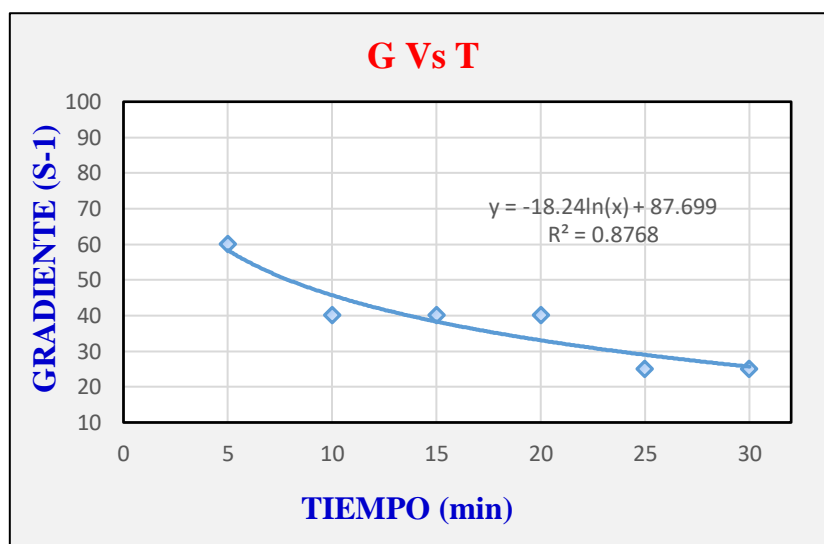
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 65 *Gradientes de Velocidades Optimas de Floculación*

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S-1)	60	40	40	40	25	25

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 29 *Gradiente (S-1) Vs Tiempo (min)*



Fuente: (Elaboración Propia)

 **Interpretación:**

Del cuadro realizado podemos afirmar que el agua flocula mejor para gradientes de 25 s-1, con un tiempo óptimo de 25 minutos, con esto determinamos los parámetros de floculación con una turbiedad de 5.07 UNT, en la gradiente de 25 s-1.

➤ **Quinto Muestreo**

- **Determinación de los Parámetros de Decantación**

Tabla 66 *Parámetros de Decantación*

H(cm)	10	10	10	10	10	10
T(Min)	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45
T(Seg)	12	15	18	21	24	27
Vel.(cm/s)	0.833	0.667	0.556	0.476	0.417	0.370
T_o	20.20	20.20	20.20	20.20	20.20	20.20
T_f	3.45	3.39	3.28	3.09	2.91	2.83
C_o=T_f/T_o	0.171	0.168	0.162	0.153	0.144	0.140

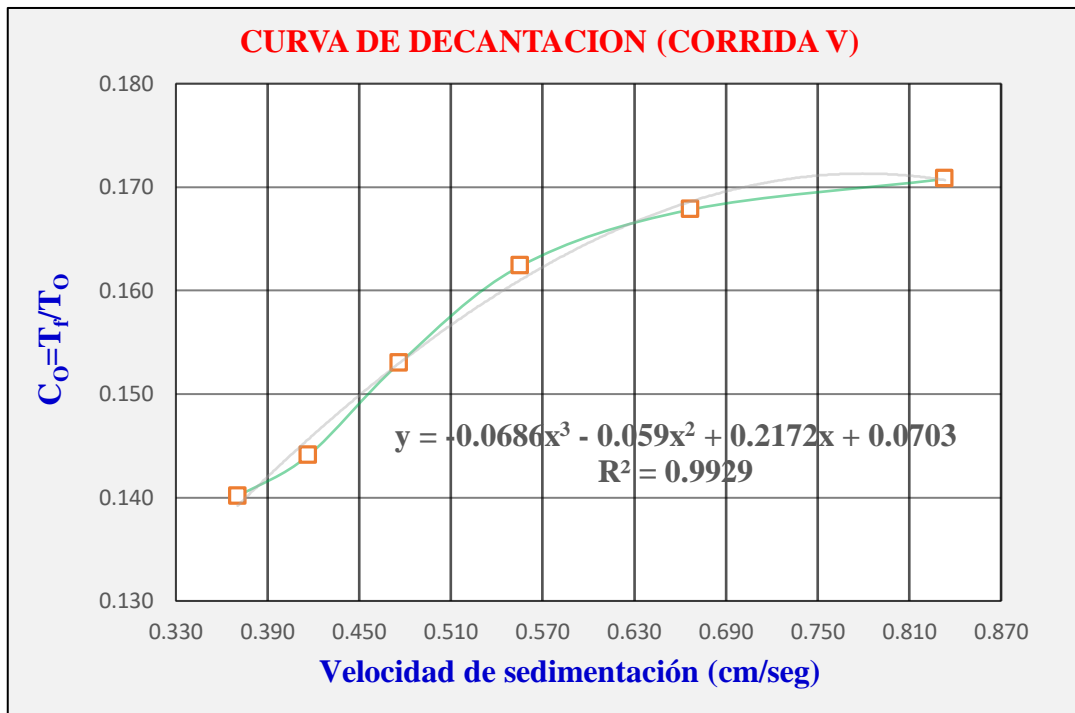
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 67 *Tasa de Decantación*

q m³/m²/día	V_s (cm/s)	C_o=T_f/T_o	R_t (%)	T_r (UNT)	T_f (UNT)
720	0.833	0.171	0.992	20.029	0.17
576	0.667	0.169	0.994	20.072	0.13
480	0.556	0.161	0.997	20.130	0.07
411	0.476	0.153	0.999	20.171	0.03
360	0.417	0.146	1.000	20.194	0.01
320	0.370	0.139	1.000	20.200	0.00

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 30 C_0 Vs Velocidad de Sedimentación (cm/s)



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Para la determinación de la Velocidad de Sedimentación, este parámetro es muy importante, por lo cual del cuadro obtuvimos una tasa de decantación de 720 m³/m²/día, con el motivo de poder realizar la velocidad de Sedimentación a ciertos tiempos, y así obtuve un tiempo de 0.2 minutos, y una Velocidad de 0.833 cm/s, esto es para el Quinto Muestreo.

3.1.3. RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO

➤ **Parámetros Principales**

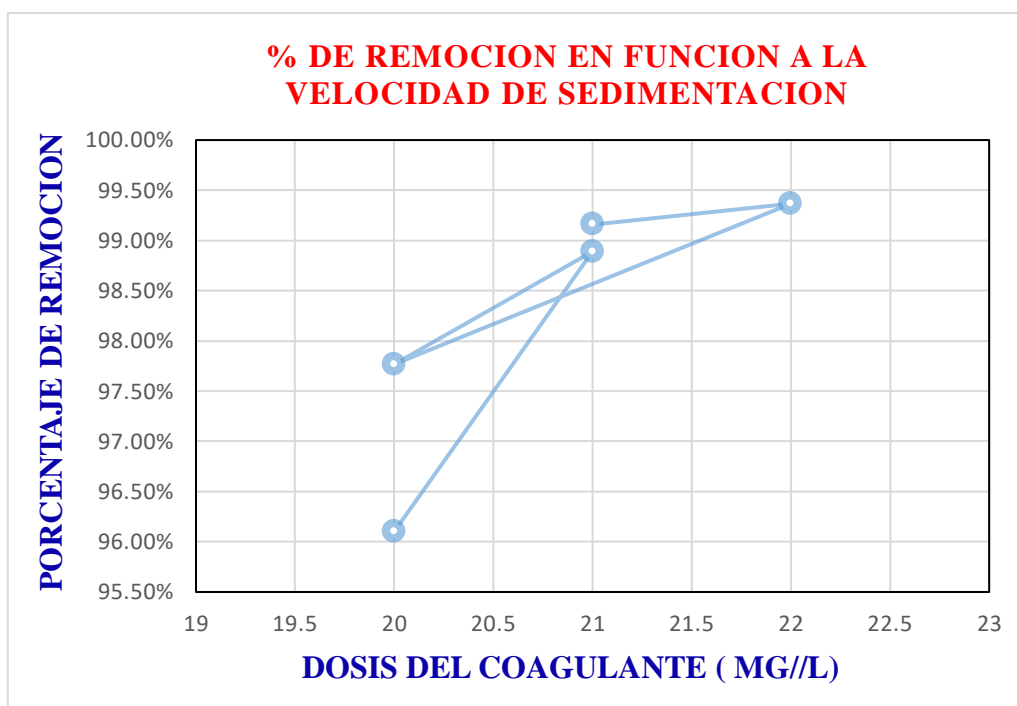
- **Porcentaje de Remoción en Función a la Velocidad de Sedimentación**

Tabla 68 *Velocidad de Sedimentación (cm/s)*

	Muestreo 01	Muestreo 02	Muestreo 03	Muestreo 04	Muestreo 05
Entrada	19.5	16.2	10.3	14.2	20.2
Dosis	20	21	20	22	21
Salida	0.76	0.18	0.23	0.09	0.17
% de Remoción	96.10%	98.89%	97.77%	99.37%	99.16%
Velocidad de Sedimentación (cm/s)	0.167	0.185	0.208	0.278	0.833

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 31 *% de Remoción en Función de la Velocidad de Sedimentación (cm/s)*

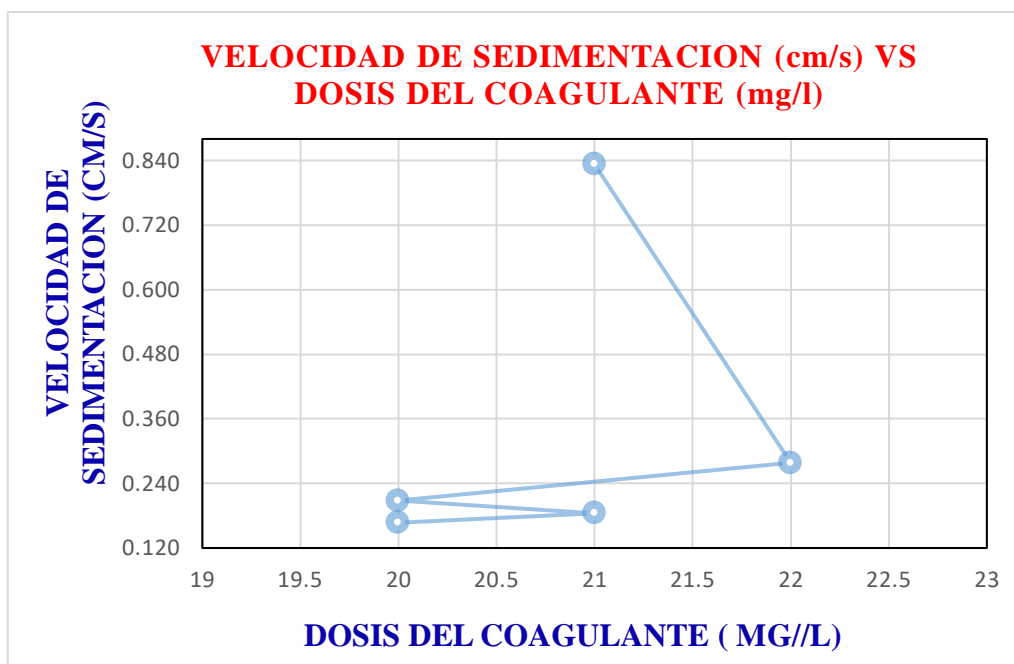


Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Del Gráfico se observa el % de Remoción en Función a la Velocidad de Sedimentación, con respecto a la Dosis del Coagulante Natural, Almidón de Yuca, nos ayudó a obtener los porcentajes, y el porcentaje alto de Remoción es 99.37 % a una Dosis de 22 mg/l, por ende, en el Muestreo 04 es más eficiente.

Gráfico 32 *Velocidad de Sedimentación (cm/s) Vs Dosis del Coagulante*



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Del Gráfico se observa la Velocidad de Sedimentación vs la Dosis del Coagulante Natural Almidón de Yuca, obteniendo las Velocidades en función de las Dosis, como resultados obtenemos una Velocidad de 0.833 cm/s, para una Dosis de 21 mg/l.

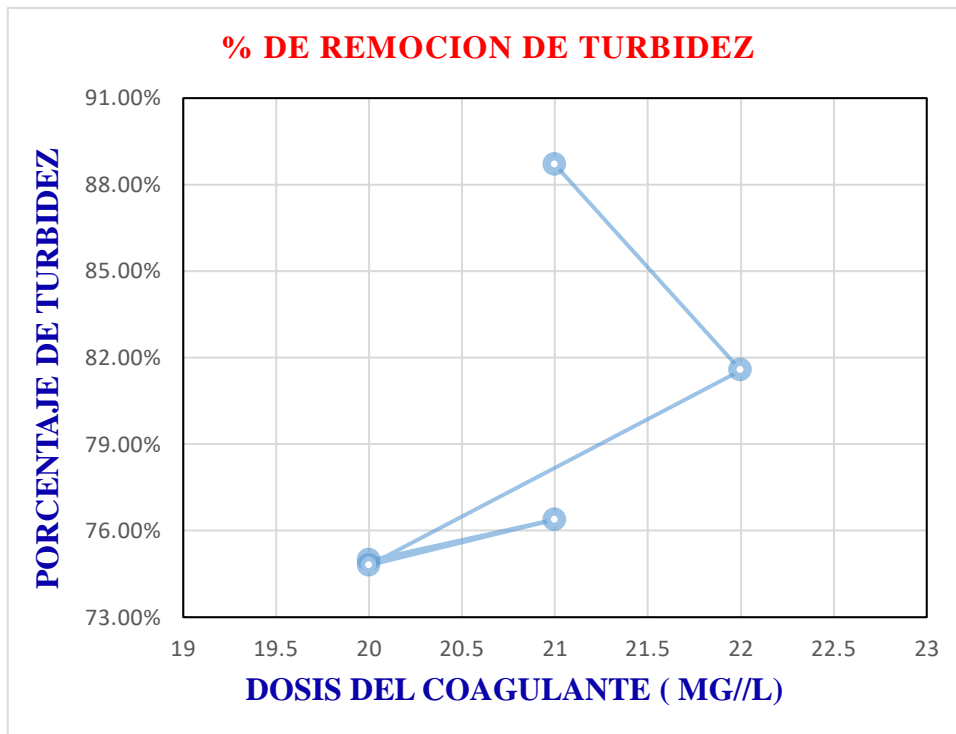
• **Porcentaje de Remoción de la Turbiedad**

Tabla 69 *% de Remoción de la Turbiedad*

	Muestreo 01	Muestreo 02	Muestreo 03	Muestreo 04	Muestreo 05
Entrada	20.3	18.8	12.9	16.6	22.3
Dosis	20	21	20	22	21
Salida	5.08	4.44	3.25	3.06	2.52
% de Remoción	74.98%	76.38%	74.81%	81.57%	88.70%
LMP	5	5	5	5	5

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 33 % de Remoción de Turbidez

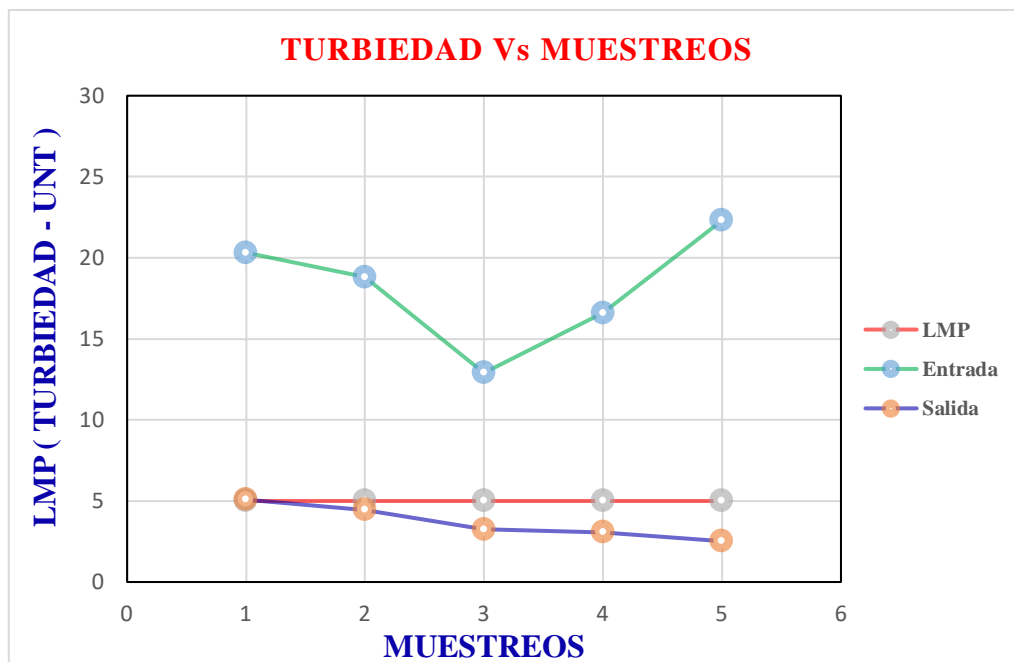


Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

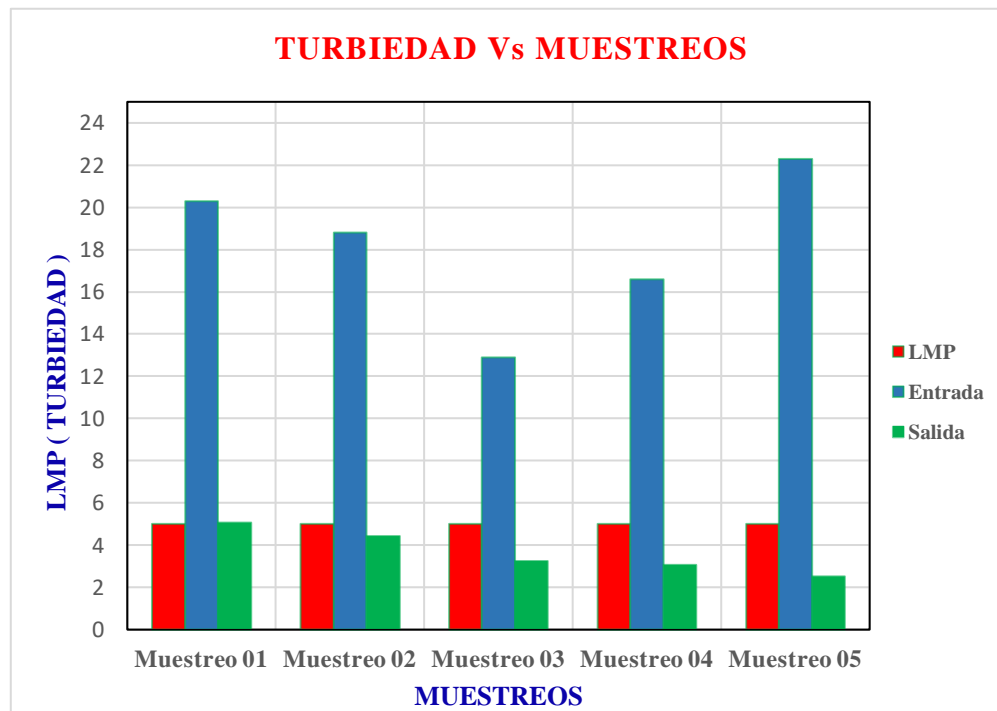
Del Gráfico se observa el % de Remoción de la Turbiedad, con respecto a la Dosis del Coagulante Natural Almidón de Yuca, nos ayudó a obtener los porcentajes, y el porcentaje alto de Remoción es de 88.70 % a una Dosis de 21 mg/l, por ende, en el Muestreo 05 es más eficiente.

Gráfico 34 *Turbiedad Vs Muestras*



Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 35 *Turbiedad Vs Muestras*



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De los Gráficos se observa la Turbiedad vs Los Muestreos, comparando la entrada y la salida con los LMP según norma, viendo que la Entrada está por encima de la norma, dándonos como resultado que se removió por debajo de los LMP, siendo un porcentaje de remoción alto de 88.70%

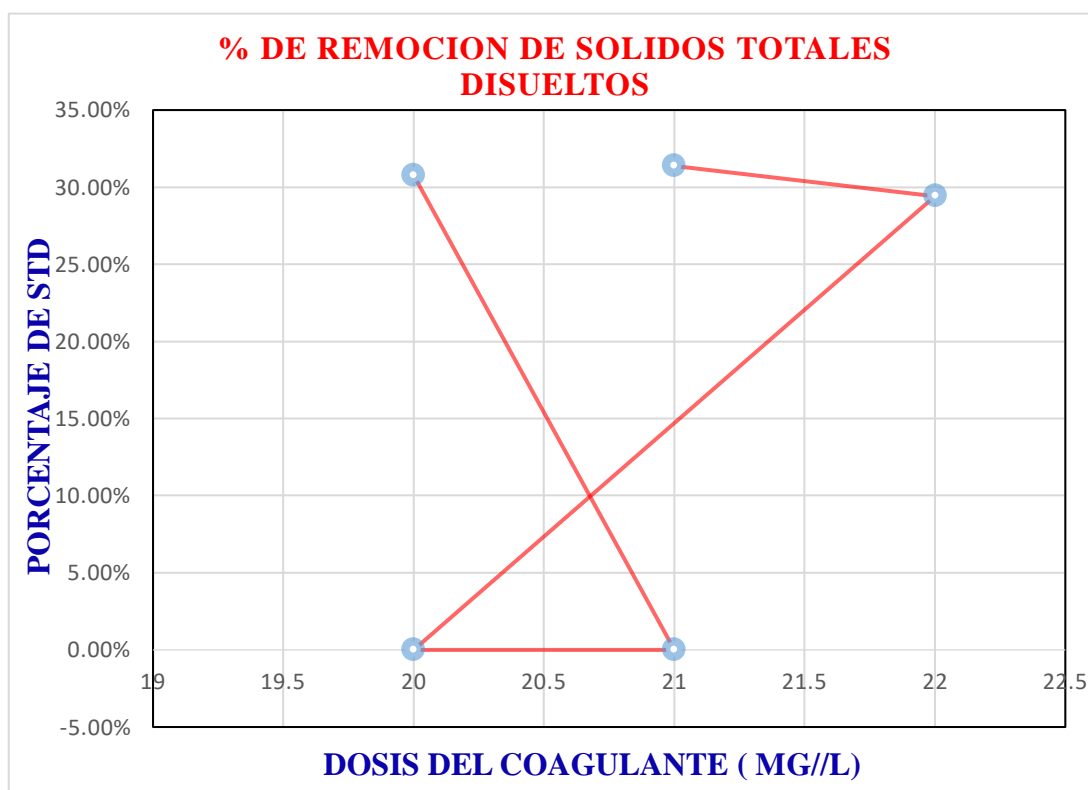
- **Porcentaje de Remoción de los Solidos Totales Disueltos**

Tabla 70 % de Remoción de los Solidos Totales Disueltos

	Muestreo 01	Muestreo 02	Muestreo 03	Muestreo 04	Muestreo 05
Entrada	39	53	44	68	51
Dosis	20	21	20	22	21
Salida	27	53	44	48	35
% de Remoción	30.77%	0.00%	0.00%	29.41%	31.37%
LMP	1000	1000	1000	1000	1000

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 36 % de Remoción de los Solidos Totales Disueltos

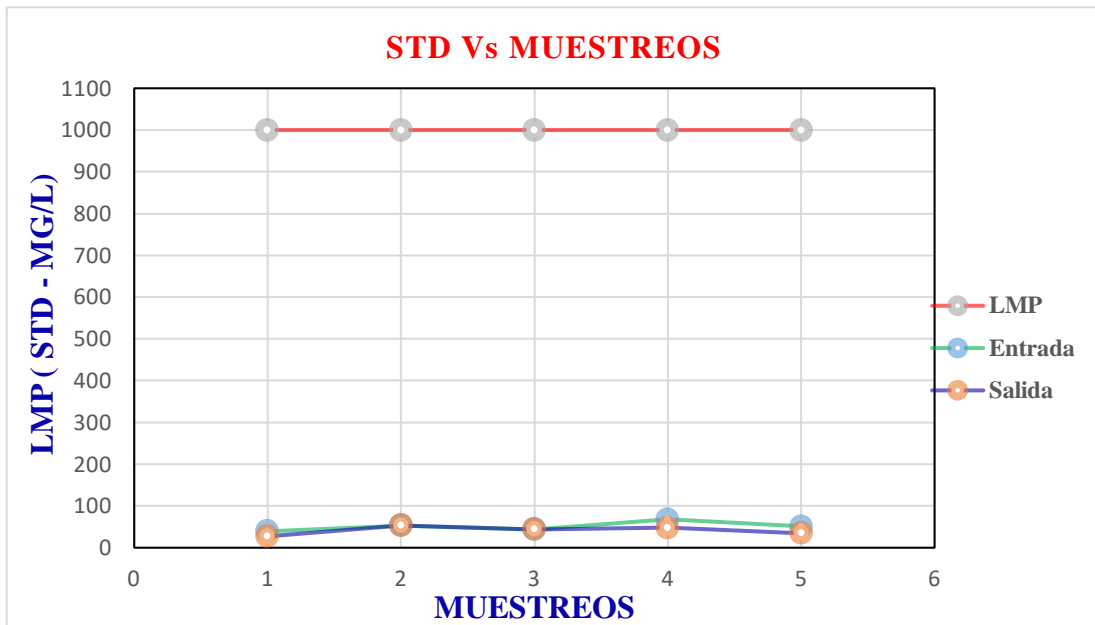


Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

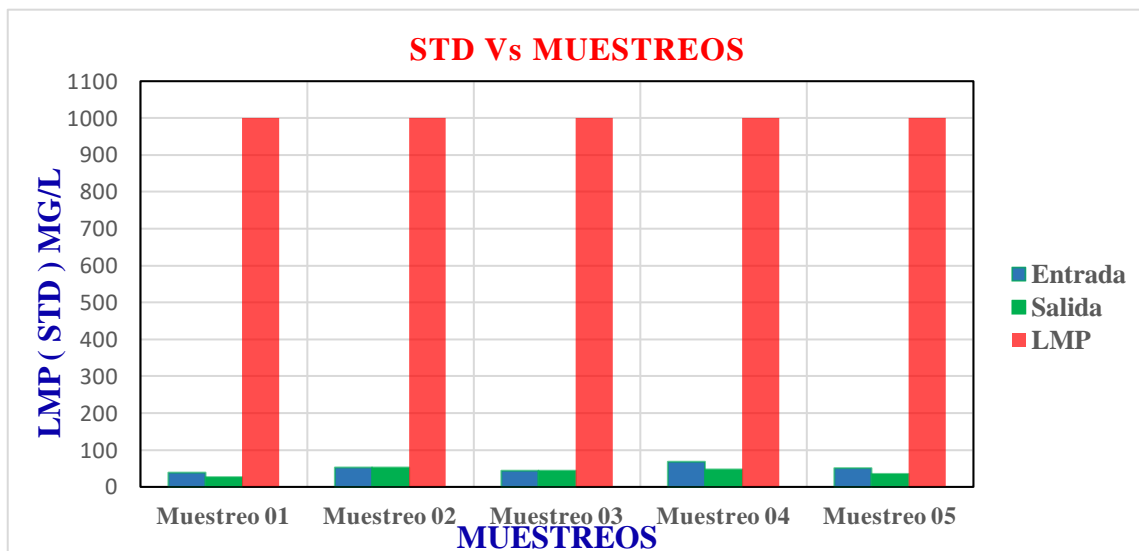
Del Gráfico se observa el % de Remoción de los Solidos Totales Disueltos, con respecto a la Dosis del Coagulante Natural Almidón de Yuca, nos ayudó a obtener los porcentajes, y el porcentaje alto de Remoción es de 31.37% a una Dosis de 21 mg/l, por ende, en el Muestreo 05 siendo el más eficiente.

Gráfico 37 Solidos Totales Disueltos Vs Muestras



Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 38 Turbiedad Vs Muestras



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De los Gráficos se observa los Solidos Totales Disueltos vs Los Muestreos, comparando la entrada y la salida con los LMP según norma, en este caso tanto la entrada como la salida, están por debajo de los LMP, pero habiendo un porcentaje de remoción de 31.37% que no es muy alto.

- **Porcentaje de Remoción de Color**

Tabla 71 % de Remoción de Color

	Muestreo 01	Muestreo 02	Muestreo 03	Muestreo 04	Muestreo 05
Entrada	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Salida	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
% de Remoción	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
LMP	15	15	15	15	15

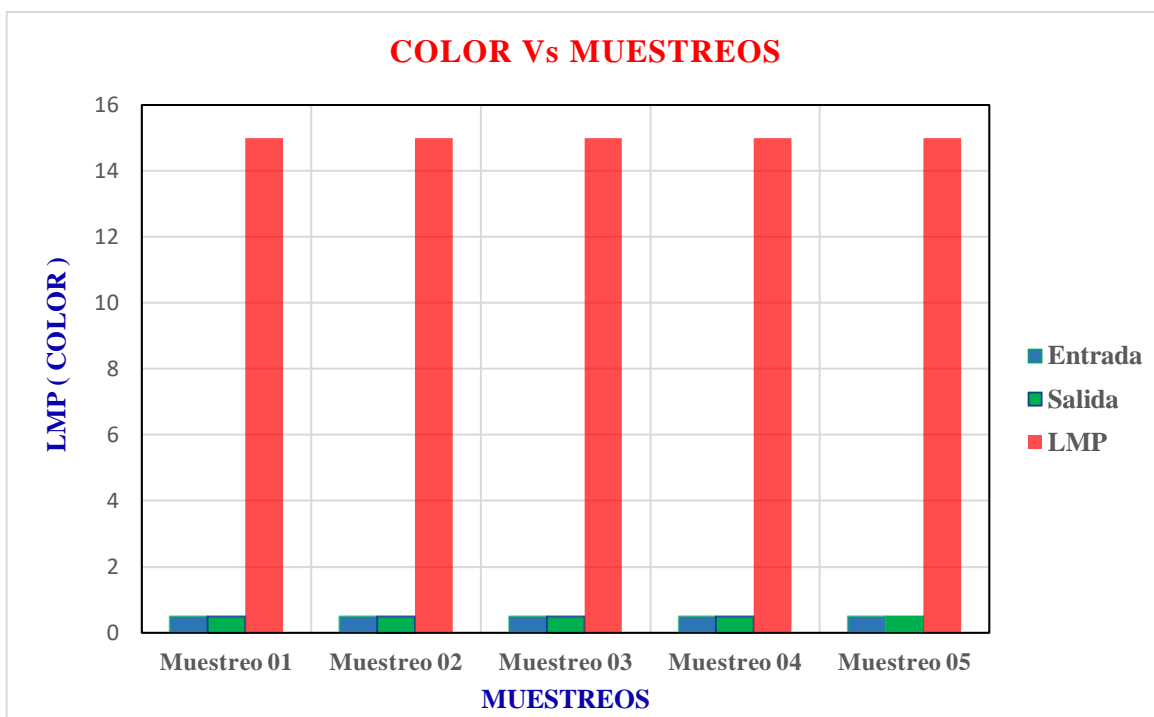
Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 39 Color Vs Muestreos



Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 40 *Color Vs Muestras*



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De los Gráficos se observa el Color vs Los Muestras, comparando la entrada y la salida con los LMP según norma, vemos que no hay remoción en este parámetro, nos hay variación en nada. Por ende, el porcentaje de remoción es de 0.00%.

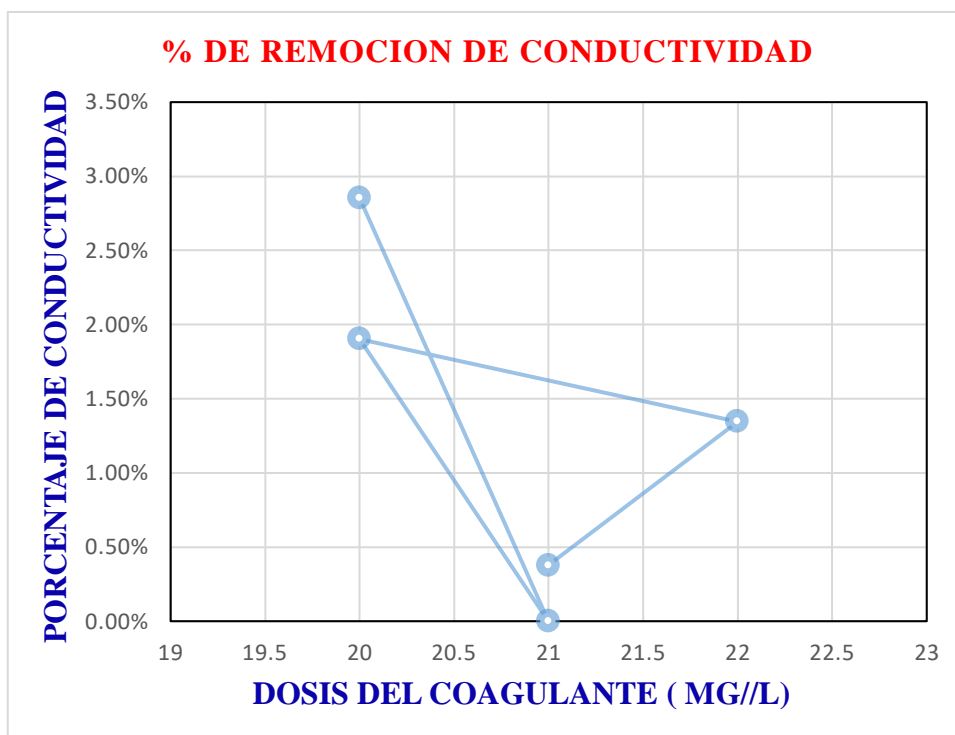
• **Porcentaje de Remoción de Conductividad**

Tabla 72 *% de Remoción de Conductividad*

	Muestreo 01	Muestreo 02	Muestreo 03	Muestreo 04	Muestreo 05
Entrada	65.2	88.4	73.6	89.1	79.7
Dosis	20	21	20	22	21
Salida	63.34	88.4	72.2	87.9	79.4
% de Remoción	2.85%	0.00%	1.90%	1.35%	0.38%
LMP	1500	1500	1500	1500	1500

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 41 % de Remoción de Conductividad



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Del Gráfico se observa el % de Remoción de Conductividad, con respecto a la Dosis del Coagulante Natural Almidón de Yuca, nos ayudó a obtener los porcentajes, obteniendo remociones bajas entre las cuales se considera el de 2.85% como el más alto a una Dosis de 20 mg/l, en el Muestreo 01, siendo el más eficiente.

Gráfico 42 Conductividad Vs Muestras



Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 43 Conductividad Vs Muestras



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De los Gráficos se observa la Conductividad vs Los Muestreos, comparando la entrada y la salida con los LMP según norma, en este caso tanto la entrada como la salida, están por debajo de los LMP, pero habiendo un porcentaje de remoción mínima de 2.85% que no es muy alto.

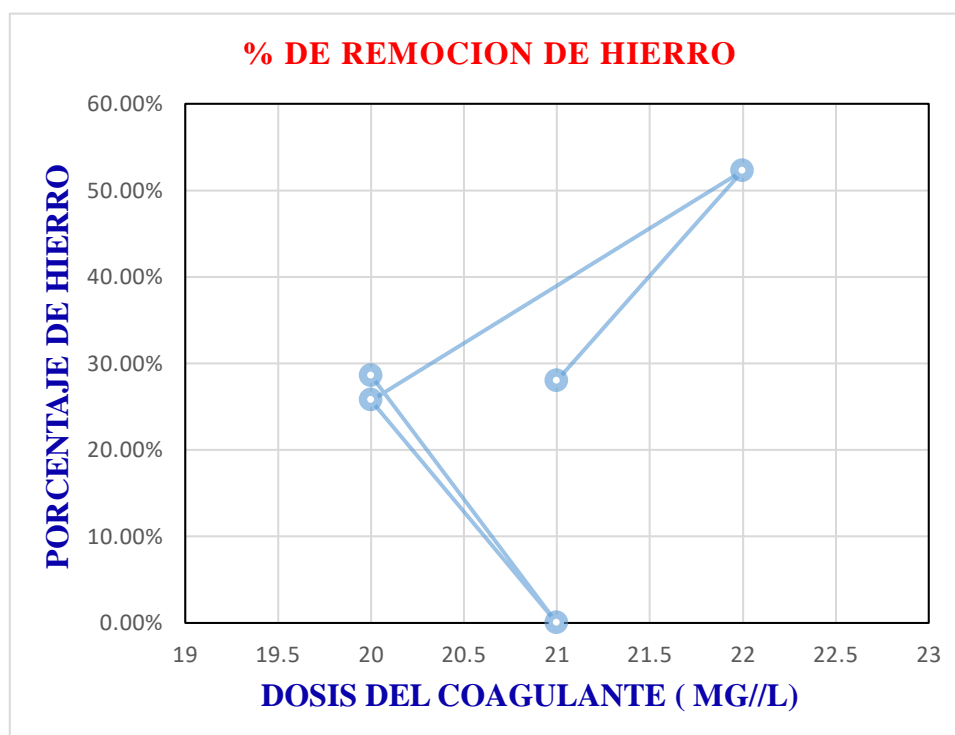
- **Porcentaje de Remoción de Hierro**

Tabla 73 % de Remoción de Hierro

	Muestreo 01	Muestreo 02	Muestreo 03	Muestreo 04	Muestreo 05
Entrada	0.021	0.02	0.14	0.486	0.211
Dosis	20	21	20	22	21
Salida	0.015	0.02	0.104	0.232	0.152
% de Remoción	28.57%	0.00%	25.71%	52.26%	27.96%
LMP	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 44 % de Remoción de Hierro



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

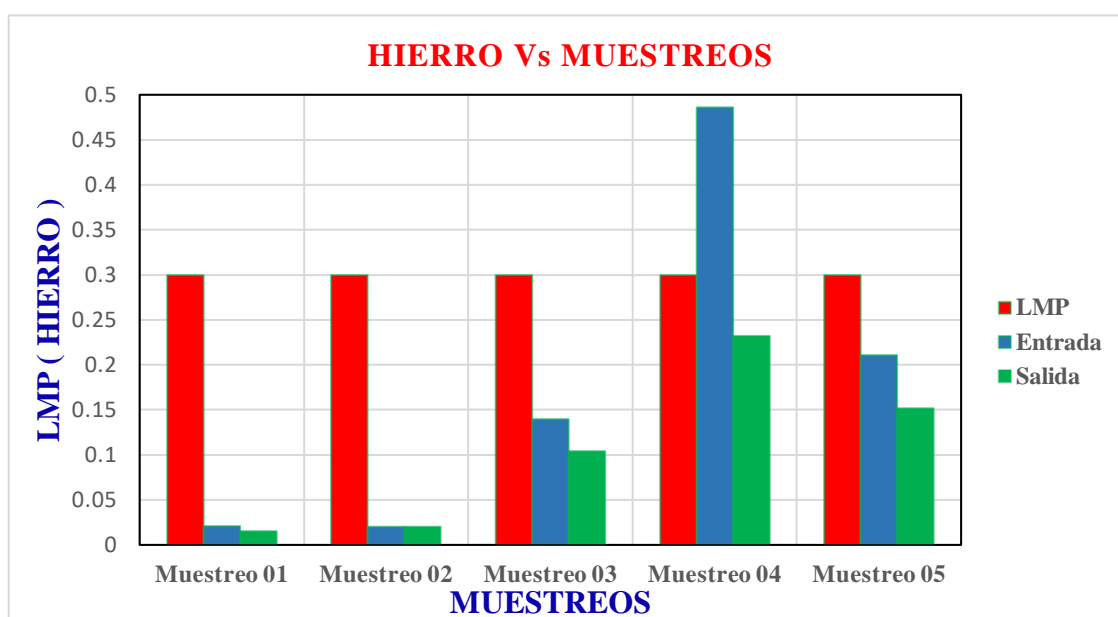
Del Gráfico se observa el % de Remoción de Hierro, con respecto a la Dosis del Coagulante Natural Almidón de Yuca, dándonos como resultados los porcentajes, obteniendo remociones de 52.26% como el más alto a una Dosis de 22 mg/l, en el Muestreo 04, siendo el más eficiente.

Gráfico 45 *Hierro Vs Muestras*



Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 46 *Hierro Vs Muestras*



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De los Gráficos se observa el Hierro vs Los Muestreos, comparando la entrada y la salida con los LMP según norma, para este caso en los 3 primeros muestreos se mantienen por debajo de los LMP, y en el Cuarto muestreo hay un crecimiento en este parámetro, para que luego en el Quinto muestreo pueda bajar, para todos estos muestreos, el coagulante nos ayudó en la disminución de Hierro, para que en la Salida todos estén por debajo de los LMP, con una remoción de 52.26%.

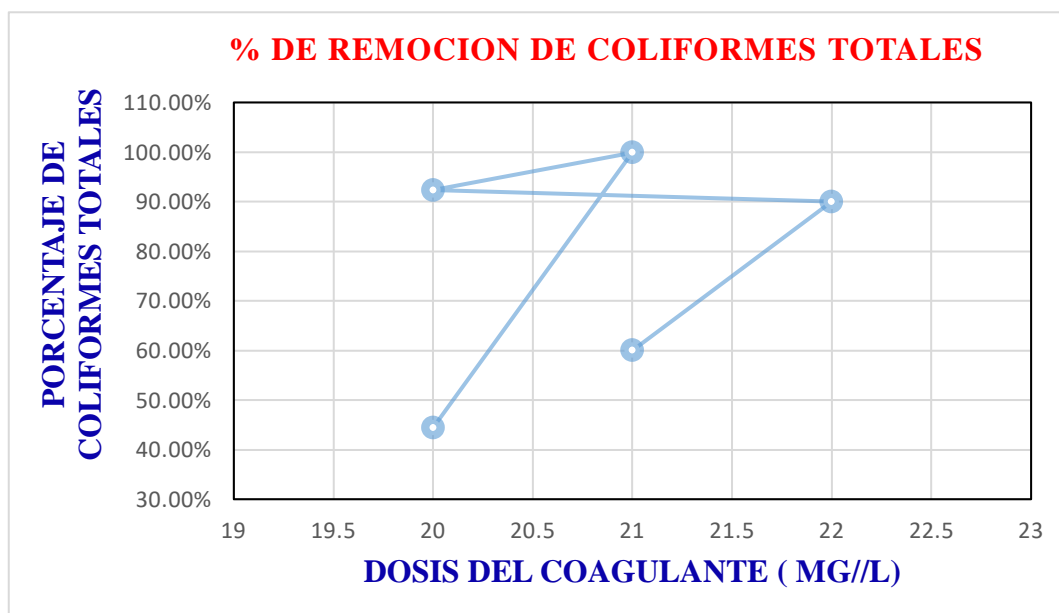
- **Porcentaje de Remoción de Coliformes Totales**

Tabla 74 % de Remoción de Coliformes Totales

	Muestreo 01	Muestreo 02	Muestreo 03	Muestreo 04	Muestreo 05
Entrada	9	1440	26	90	5
Dosis	20	21	20	22	21
Salida	5	2	2	9	2
% de Remoción	44.44%	99.86%	92.31%	90.00%	60.00%
LMP	0	0	0	0	0

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 47 % de Remoción de Coliformes Totales

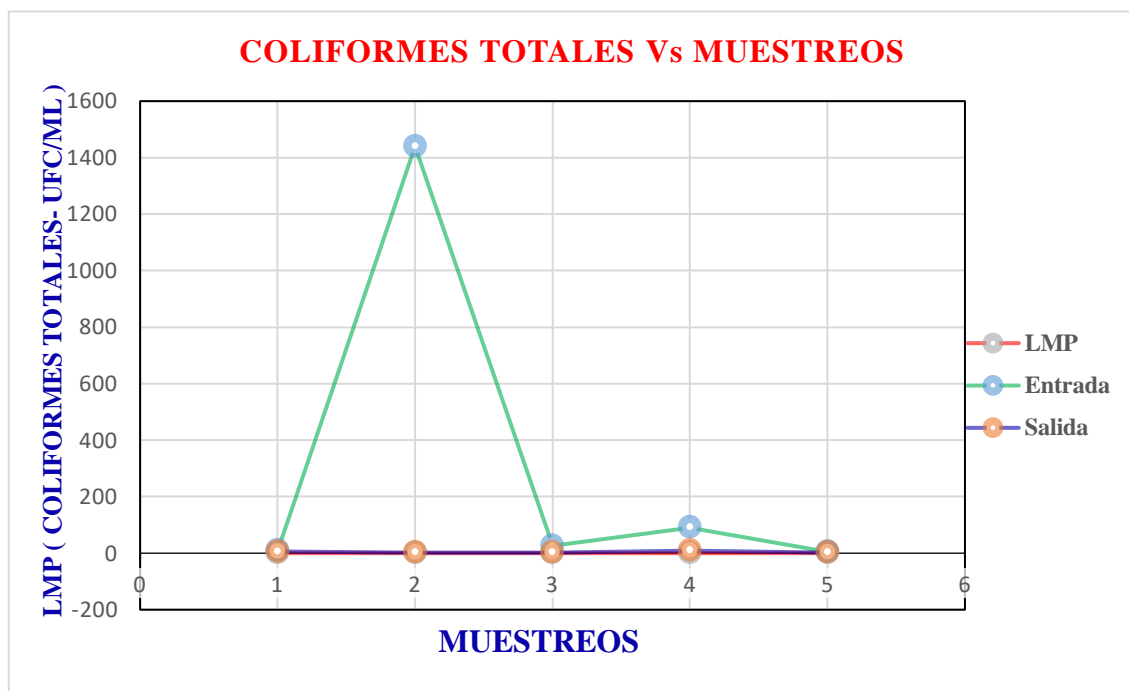


Fuente: (Elaboración Propia)

Interpretación:

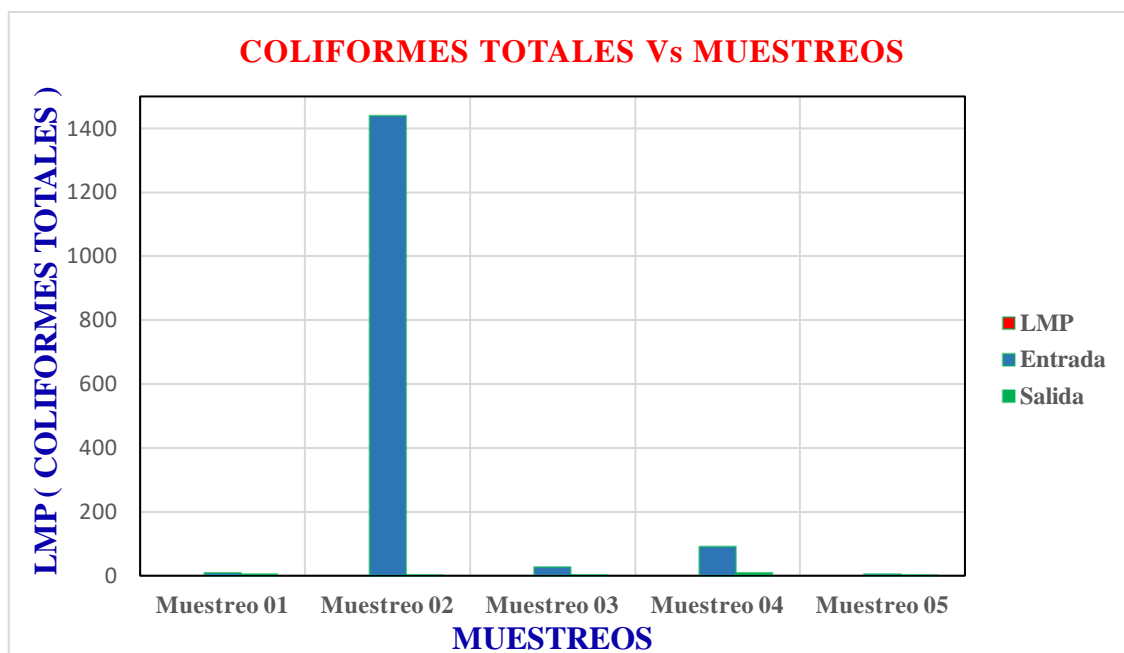
Del Gráfico se observa el % de Remoción de Coliformes Totales, con respecto a la Dosis del Coagulante Natural Almidón de Yuca, dándonos como resultados los porcentajes de remoción que es de 99.86% como el más alto viendo que el almidón del coagulante es muy eficiente en la remoción de este parámetro, con una Dosis de 21 mg/l, en el Muestreo 02, siendo el más eficiente.

Gráfico 48 *Coliformes Totales Vs Muestras*



Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 49 *Coliformes Totales Vs Muestras*



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De los Gráficos se observa los Coliformes Totales vs Los Muestras, comparando la entrada y la salida con los LMP según norma, vemos que en el muestreo 2, en la entrada es de un número alto, pero de esa manera el almidón del coagulante natural, ayuda en su remoción, siendo el caso de que se acerca a los LMP para este parámetro en todos los muestreos, determinando su remoción de un 99.86%.

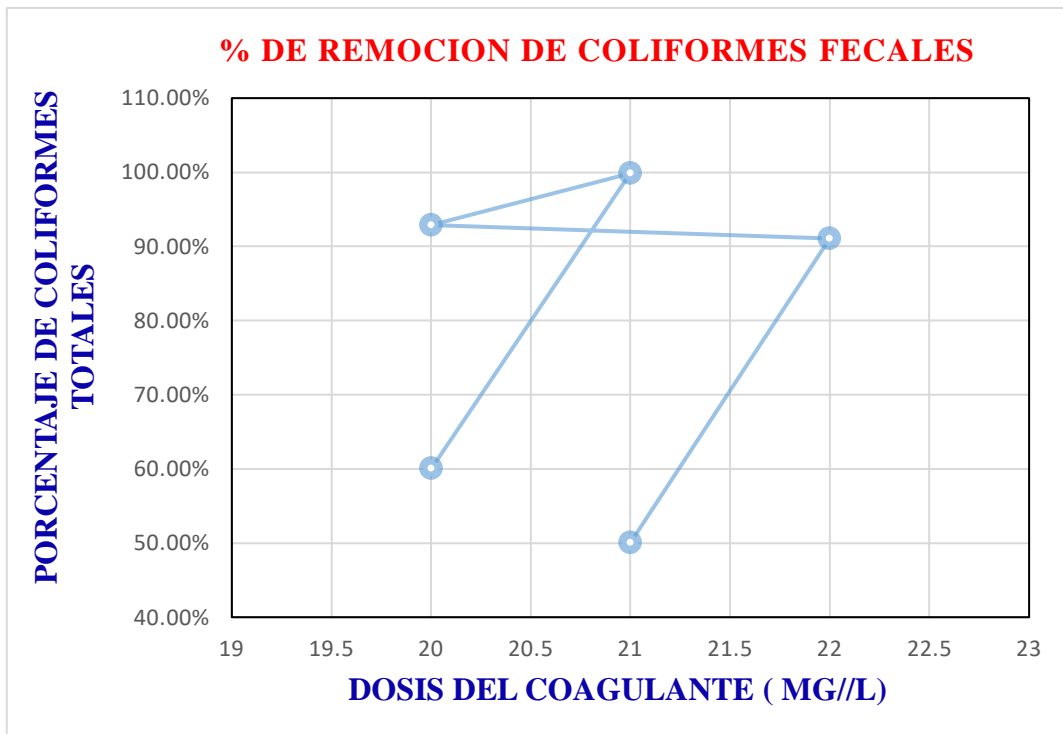
- **Porcentaje de Remoción de Coliformes Fecales**

Tabla 75 % de Remoción de Coliformes Fecales

	Muestreo 01	Muestreo 02	Muestreo 03	Muestreo 04	Muestreo 05
Entrada	5	660	14	56	2
Dosis	20	21	20	22	21
Salida	2	< 1.0	< 1.0	5	< 1.0
% de Remoción	60.00%	99.85%	92.86%	91.07%	50.00%
LMP	0	0	0	0	0

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 50 % de Remoción de Coliformes Fecales

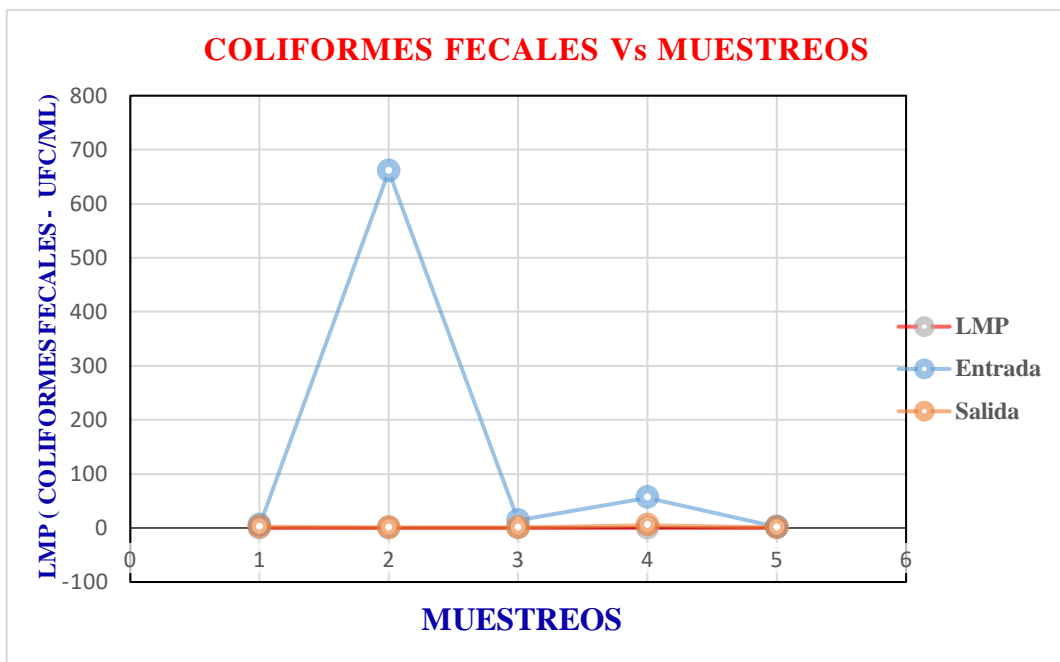


Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

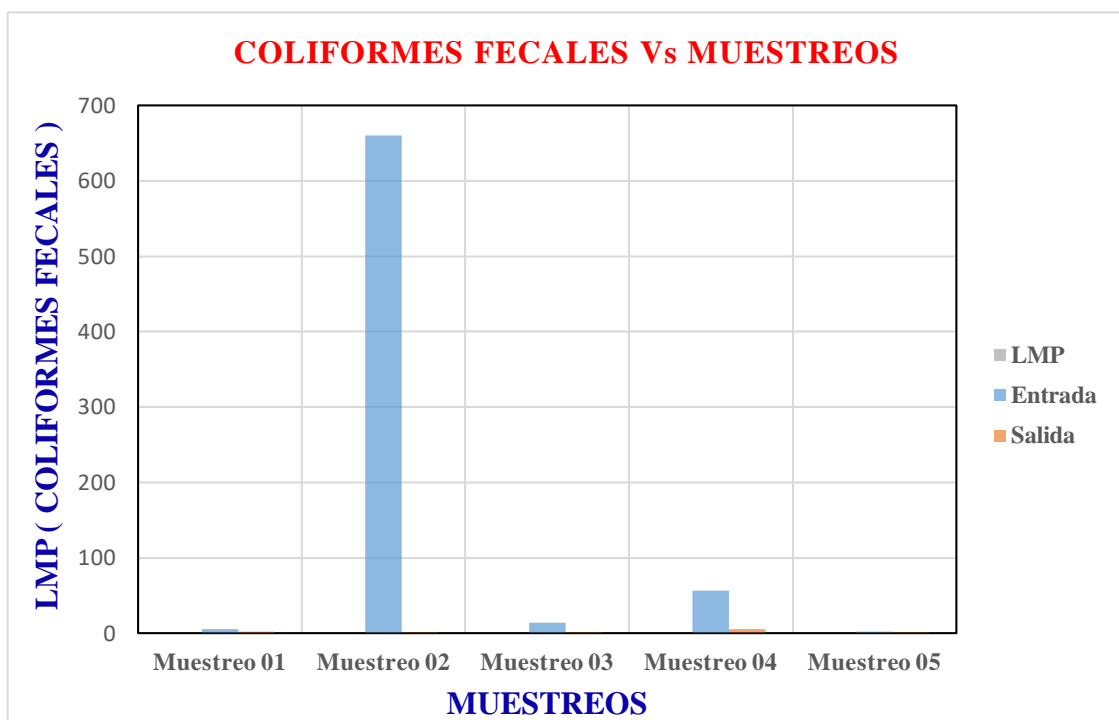
Del Gráfico se observa el % de Remoción de Coliformes Fecales, con respecto a la Dosis del Coagulante Natural Almidón de Yuca, dándonos como resultados los porcentajes de remoción que es de 99.85% como el más alto viendo que el almidón del coagulante es muy eficiente en la remoción de este parámetro, con una Dosis de 21 mg/l, en el Muestreo 02, siendo el más eficiente.

Gráfico 51 *Coliformes Fecales Vs Muestreos*



Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 52 *Coliformes Fecales Vs Muestreos*



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De los Gráficos se observa los Coliformes Fecales vs Los Muestreos, comparando la entrada y la salida con los LMP según norma, vemos que en el muestreo 2, en la entrada es de un numero alto, pero de esa manera el almidón del coagulante natural, ayuda en su remoción, siendo el caso de que se acerca a los LMP para este parámetro en todos los muestreos, determinando su remoción de un 99.85%.

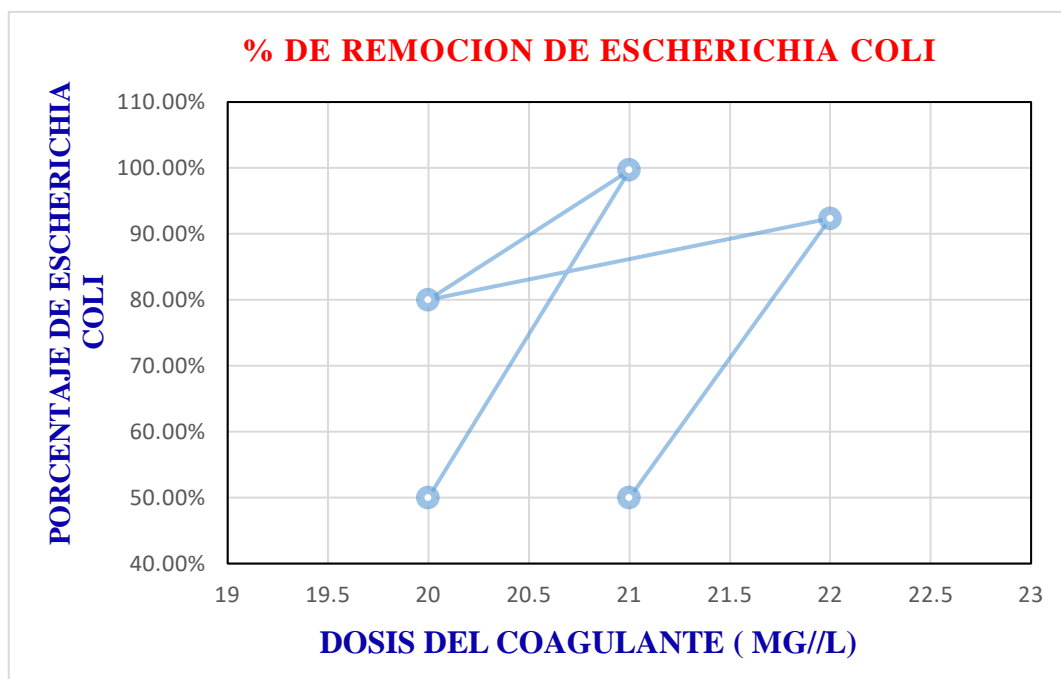
• **Porcentaje de Remoción de Escherichia Coli**

Tabla 76 % de Remoción de Escherichia Coli

	Muestreo 01	Muestreo 02	Muestreo 03	Muestreo 04	Muestreo 05
Entrada	2	276	5	26	2
Dosis	20	21	20	22	21
Salida	< 1.0	< 1.0	< 1.0	2	< 1.0
% de Remoción	50.00%	99.64%	80.00%	92.31%	50.00%
LMP	0	0	0	0	0

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 53 % de Remoción de Escherichia Coli

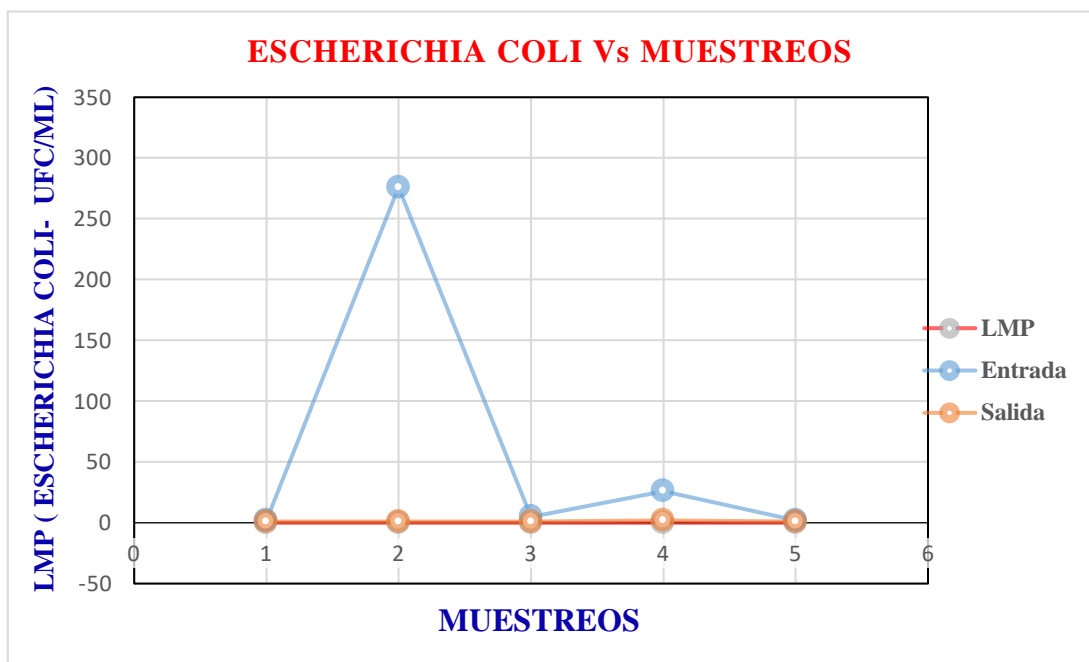


Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

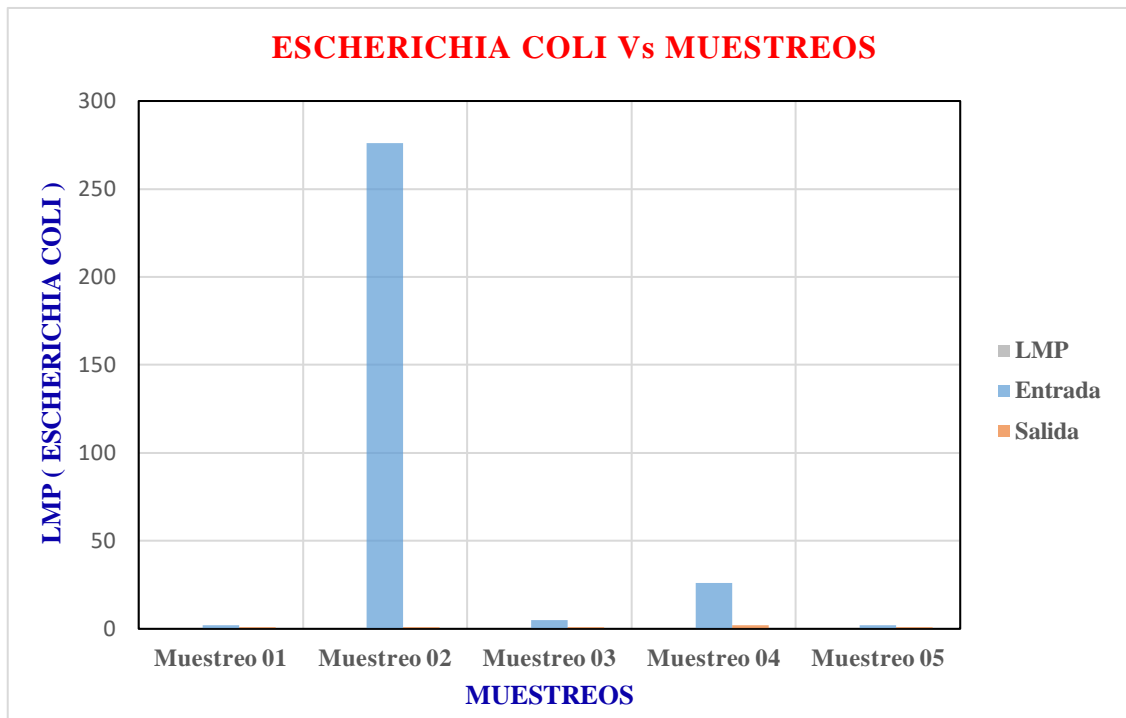
Del Gráfico se observa el % de Remoción de Coliformes Fecales, con respecto a la Dosis del Coagulante Natural Almidón de Yuca, dándonos como resultados los porcentajes de remoción que es de 99.64% como el más alto viendo que el almidón del coagulante es muy eficiente en la remoción de este parámetro, con una Dosis de 21 mg/l, en el Muestreo 02, siendo el más eficiente.

Gráfico 54 *Escherichia Coli Vs Muestras*



Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 55 *Escherichia Coli* Vs Muestras



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

De los Gráficos se observa los Coliformes Fecales vs Los Muestras, comparando la entrada y la salida con los LMP según norma, vemos que en el muestreo 2, en la entrada es de un número alto, pero de esa manera el almidón del coagulante natural, ayuda en su remoción, siendo el caso de que se acerca a los LMP para este parámetro en todos los muestreos, determinando su remoción de un 99.64%.

3.1.4. PÁRAMETROS GENERALES

Tabla 77 Resultados del Análisis de Laboratorio

Parámetros	Límite Máximo Permissible	Muestreo 01			Muestreo 02			Muestreo 03			Muestreo 04			Muestreo 05		
		Entrada	Salida	% Remoción	Entrada	Salida	% Remoción	Entrada	Salida	% Remoción	Entrada	Salida	% Remoción	Entrada	Salida	% Remoción
1. Conductividad ($\mu\text{S.cm-1}$)	1500	65.2	63.34	2.85%	88.4	88.4	0.00%	73.6	72.2	1.90%	89.1	87.9	1.35%	79.7	79.4	0.38%
2. Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	1000	39	27	30.77%	53	53	0.00%	44	44	0.00%	68	48	29.41%	51	35	31.37%
3. Turbiedad (UNT)	5	20.3	5.08	74.98%	18.8	4.44	76.38%	12.9	3.25	74.81%	16.6	3.06	81.57%	22.3	2.52	88.70%
4. Hierro	0.3	0.021	0.015	28.57%	0.02	0.02	0.00%	0.14	0.104	25.71%	0.486	0.232	52.26%	0.211	0.152	27.96%
5. Coliformes Totales (UFC/ml)	0	9	5	44.44%	1440	2	99.86%	26	2	92.31%	90	9	90.00%	5	2	60.00%
6. Coliformes Fecales o Termotolerantes (UFC/ml)	0	5	2	60.00%	660	< 1	99.85%	14	< 1	92.86%	56	5	91.07%	2	< 1	50.00%
7. Escherichia Coli (UFC/ml)	0	2	< 1	50.00%	276	< 1	99.64%	5	< 1	80.00%	26	2	92.31%	2	< 1	50.00%

Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental – Unasam (Elaboración Propia)

Interpretación:

De acuerdo con estos resultados, el agua del Rio Macashca contiene bajos contenidos de Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Escherichia coli, pero a su vez, el tratamiento por medio de este Coagulante Natural almidón de Yuca, es buena ya que se acerca en la remoción a los límites máximos permisibles. Sin embargo, la turbiedad es bien alta, y también es muy buena para su remoción cumpliendo con los parámetros.

3.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

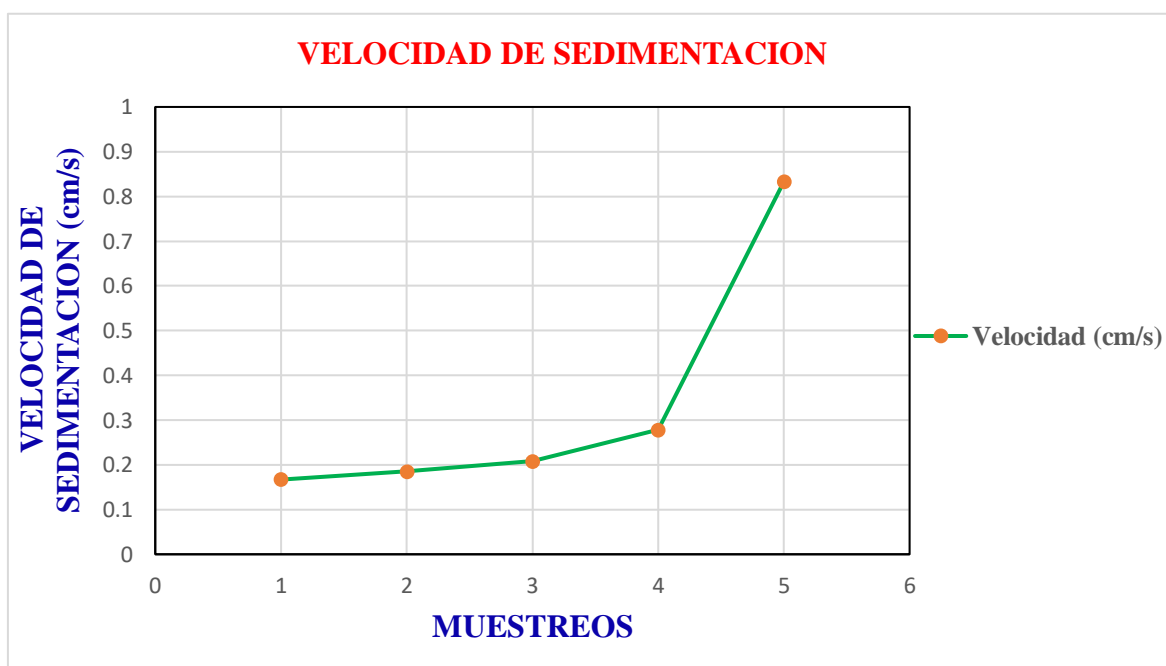
3.2.1. PARÁMETRO DE VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN

Tabla 78 *Velocidad de Sedimentación*

MUESTREO	PARÁMETRO			
	VELOCIDAD DE SEDIMENTACION (CM/S)			
	Dosis (mg/l)	Concentración (%)	pH	Velocidad (cm/s)
Muestreo 01	20	0.8	7.5	0.167
Muestreo 02	21	0.8	7.5	0.185
Muestreo 03	20	0.9	7.5	0.208
Muestreo 04	22	0.8	7.5	0.278
Muestreo 05	21	0.8	7.5	0.833

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 56 *Velocidad de Sedimentación*



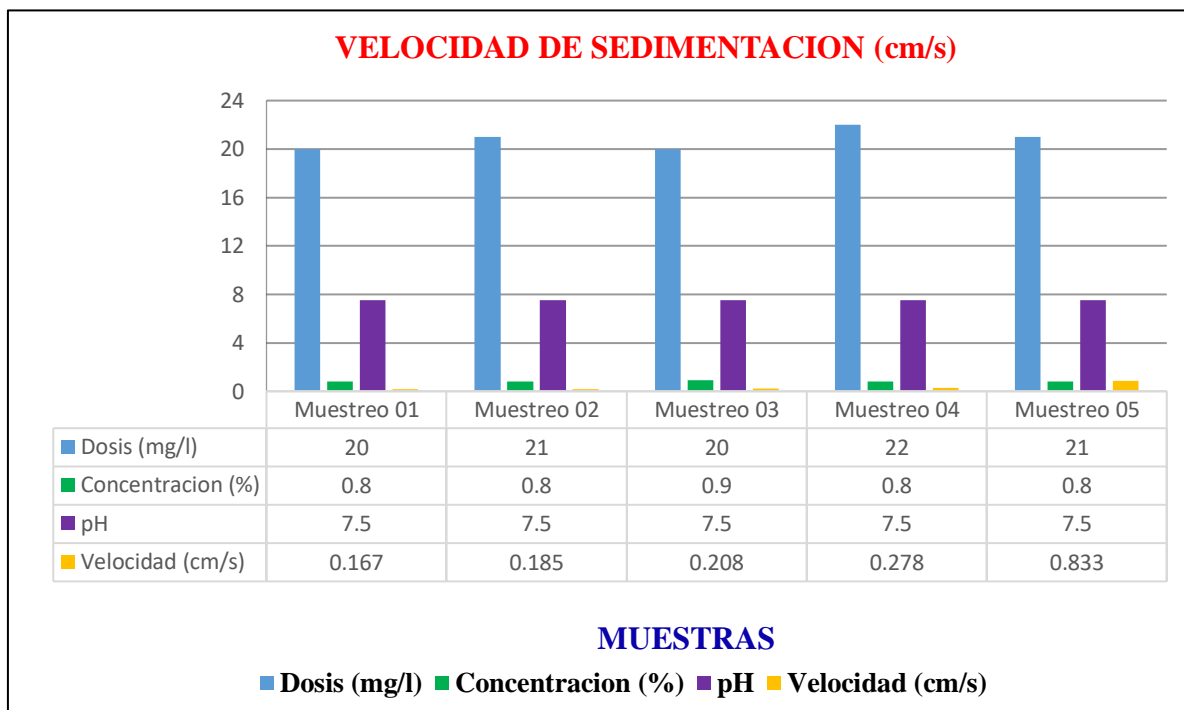
Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Del Gráfico se observa la Velocidad de Sedimentación, para cada uno de los muestreos, con ello podemos determinar que la curva va creciendo a tiempos decrecientes, esto nos indica que a tiempos menores la Velocidad

de Sedimentación es Mayor, Vemos que en la Muestra N° 5 es más alto llegando a 0.833 cm/s.

Gráfico 57 Velocidad de Sedimentación



Fuente: (Elaboración Propia)

✚ Interpretación:

Del Gráfico podemos determinar que la Velocidad que podemos usar para este tiempo de trabajo seria de la Muestra N° 5, por ser más rápida su sedimentación en este proceso de Decantación, se observa que a una Dosis de 21 mg/l, con una Concentración de 0.8%, con un pH de 7.5, tenemos una Velocidad de Sedimentación de 0.833 cm/s, considerando óptimos para este tipo de investigación.

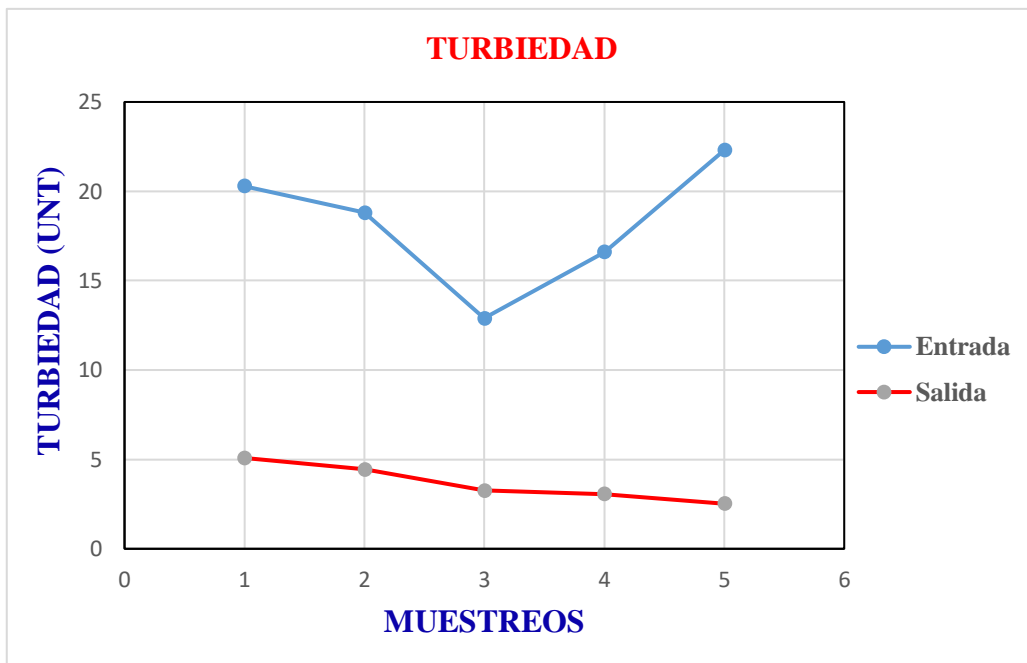
3.2.2. PARÁMETRO DE TURBIEDAD

Tabla 79 *Turbiedad*

MUESTREO	PARÁMETRO	
	TURBIEDAD (UNT)	
	Entrada	Salida
Muestreo 01	20.3	5.08
Muestreo 02	18.8	4.44
Muestreo 03	12.9	3.25
Muestreo 04	16.6	3.06
Muestreo 05	22.3	2.52

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 58 *Turbiedad*



Fuente: (Elaboración Propia)

➤ **Hipótesis Nula:**

- $H_0 = \mu = \mu_0$

- El Almidón de la Yuca como Coagulante Natural no es Eficiente para la Remoción de la Turbiedad, en el río Macashca. Con una confianza de 89%.

$H_0: X1 = X2$

➤ **Hipótesis Alterna:**

- $H_i = \mu > \mu_0$

- El Almidón de la Yuca como Coagulante Natural si es Eficiente para la Remoción de la Turbiedad, en el rio Macashca. Con una confianza de 89%.

$H_i: X_1 \neq X_2$

 **Interpretación:**

Del Gráfico se observa la Turbiedad para cada uno de los muestreos, con ello podemos determinar que hay una remoción eficiente en este proceso, por el cual consideramos que el coagulante natural, ayuda en el proceso de Clarificación.

La Mejor remoción se da en la muestra N° 5, con una Turbiedad de Salida de 2.52 UNT.

- **Prueba t para medias de dos Muestras Relacionadas**

Tabla 80 *Turbiedad*

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	Variable 1	Variable 2
Media	18.18	3.67
Varianza	13.057	1.113
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0.125257602	
Diferencia hipotética de las medias	17.3	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-1.71615149	
P(T<=t) una cola	0.080637459	
Valor crítico de t (una cola)	-2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.161274918	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

Fuente: (Elaboración Propia)

 **Interpretación:**

La turbiedad en función a la Velocidad de Sedimentación, si es eficiente, porque reduce en 2.52 UNT, ya que la prueba estadística de -1.71615149 es mayor al Valor crítico de - 2.131846786.

3.2.3. PARÁMETRO DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

Tabla 81 *Sólidos Totales Disueltos*

MUESTREO	PARÁMETRO	
	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (MG/L)	
	Entrada	Salida
Muestreo 01	39	27
Muestreo 02	53	53
Muestreo 03	44	44
Muestreo 04	68	48
Muestreo 05	51	35

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico 59 *Sólidos Totales Disueltos*



Fuente: (Elaboración Propia)

➤ **Hipótesis Nula:**

- $H_0 = \mu = \mu_0$

- El Almidón de la Yuca como Coagulante Natural no es Eficiente para la Remoción de Solidos Totales Disueltos, en el rio Macashca. Con una confianza de 60%.

$H_0: X_1 = X_2$

➤ **Hipótesis Alterna:**

- $H_i = \mu > \mu_0$

- El Almidón de la Yuca como Coagulante Natural si es Eficiente para la Remoción de Sólidos Totales Disueltos, en el río Macashca. Con una confianza de 60%.

$H_i: X_1 \neq X_2$

 **Interpretación:**

Del Gráfico se observa que los Sólidos Totales Disueltos, nos da entender que el coagulante natural, la Yuca si ayuda en la Reducción de este parámetro, viendo esto en las muestras, 1, 3 y 5, con ello determinamos los Sólidos son removidos, hasta un menor de 27 mg/l.

- **Prueba t para medias de dos Muestras Relacionadas**

Tabla 82 *Sólidos Totales Disueltos*

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	Variable 1	Variable 2
Media	51	41.4
Varianza	121.5	108.3
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0.632027011	
Diferencia hipotética de las medias	41	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-7.62459402	
P(T<=t) una cola	0.00079437	
Valor crítico de t (una cola)	-2.13184678	
P(T<=t) dos colas	0.001588739	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

Fuente: (Elaboración Propia)

 **Interpretación:**

Los Sólidos Totales es eficiente ya que ayuda en la reducción de ello en 27 mg/l, ya que la prueba estadística de -7.62459402 es mayor al Valor crítico de -2.13184678.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

4.1. DISCUSIÓN DEL ALMIDÓN DE LA YUCA

- Como se obtuvo los resultados en el laboratorio, se pudo observar que la velocidad de sedimentación por medio del coagulante natural de la yuca, es de 0.833 cm/s. lo cual en el primer muestreo en el test de jarras numero 5 es más eficiente.
- Obtuvimos los resultados, en los 5 muestreos en el test de jarras, tanto al inicio como después de su tratamiento en cuanto a la remoción de la turbiedad: para el primer muestreo se obtuvo una remoción de 74.98%, con una dosis de 20 mg/l, una concentración de 0.8% y un pH de 7.5, para el Segundo muestreo se obtuvo una remoción de 76.38%, con una dosis de 21 mg/l, una concentración de 0.8% y un pH de 7.5, para el tercer muestreo se obtuvo una remoción de 74.81%, con una dosis de 20 mg/l, una concentración de 0.9%, y un pH de 7.5, para el cuarto muestreo se obtuvo una remoción de 81.57%, con una dosis de 22 mg/l, una concentración de 0.8% y un pH de 7.5, y por último el quinto muestreo se obtuvo una remoción de 88.70%, con una dosis de 21 mg/l, una concentración de 0.8% y un pH de 7.5.
- El color según el Reglamento de Calidad de Agua para el Consumo Humano, está por debajo de los límites.
- La conductividad hay una remoción en los muestreos, 1,3,4 y 5, por lo cual no se ve una gran diferencia de porcentaje removido, pero nos indica que si hubo remoción.

- Los sólidos totales disueltos si removieron en las muestras 1,4 y 5, vemos que en un porcentaje regular.
- Lo mismo paso para el Hierro, que no superan los límites máximos permisibles, pero hay una pequeña remoción en los muestreos.
- Los resultados del análisis microbiológico, tanto para coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, remueven en gran porcentaje. y vemos que es muy eficiente el almidón de la yuca.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES DEL ALMIDÓN DE LA YUCA

- Se Determino la Velocidad de Sedimentación para la clarificación del Agua del Rio Macashca, siendo la $V_s = 0.833$ cm/s, siendo una velocidad adecuada para el tratamiento.
- Se estudio la incidencia de la Concentración en el Almidón de la Yuca, siendo el más adecuado el 0.8% como efectivo para el proceso de Sedimentación.
- Las Condiciones óptimas de la Turbiedad para la Clarificación del agua Superficial del Rio Macashca son: Dosis optima: 21 mg/l, Concentración Optima: 0.8%, pH Optima: 7.5, para la remoción de turbiedad, dando cumplimiento a los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para consumo humano.
- La Extracción mediante el lavado, pelado, picado, triturado y tamizado, no representa un gran costo en su preparación para la obtención del almidón de la yuca.

5.1.1. ANALISIS FISICO-QUIMICO

Para el caso del analisis Fisico-Quimico

➤ **Color**

Los resultados para el Análisis de Color, tanto en la Entrada como en la Salida nos dieron el valor de < 0.5 UCT, por lo que se puede concluir que el porcentaje de remoción es de 0.00 %.

➤ **Conductividad**

Para el análisis de conductividad, los resultados obtenidos en el Laboratorio de Calidad Ambiental, nos indican que, si hay una remoción, pero en porcentajes bajos, salvo en el muestreo numero 2 donde el porcentaje de remoción es 0.00 %, por el hecho de estar vinculado a los Solidos Totales Disueltos.

➤ **pH**

Considerando el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, que el pH debe de estar en el rango de 6.5 a 8.5, consideramos que el pH del rio de Macashca, tiene un pH promedio de 5.94, por lo cual se tuvo que subir el pH a un promedio de 7.35 para los 5 muestreos. Para estar en el rango adecuado.

➤ **Solidos Totales Disueltos**

Para los muestreos 1, 4 y 5, hubo una remoción de 30.77 %, 29.41 %, 31.37 % respectivamente, en cuanto al muestreo 2 y 3, la remoción fue de 0.00 %, esto también es afectado por la conductividad.

Estos porcentajes de remoción nos indican que hay una buena sedimentación por medio de este almidón.

➤ **Turbiedad**

En el caso de este análisis se vieron reflejado el gran valor de este coagulante como almidón, por el porcentaje de remoción, desde el primer muestreo.

Para el Primer Muestreo de 20.3 UNT a 5.08 UNT, con un porcentaje de remoción de 74.98 %. Para el Segundo Muestreo de 18.8 UNT a 4.44 UNT, con un porcentaje de remoción de 76.38 %. Para el Tercer Muestreo de 12.9 UNT a 3.25 UNT, con un porcentaje de remoción de 74.81 %. Para el Cuarto Muestreo de 16.6 UNT a 3.06

UNT, con un porcentaje de remoción de 81.57 %. Para el Quinto Muestreo de 22.3 UNT a 2.52 UNT, con un porcentaje de remoción de 88.70 %.

Siendo este Ultimo el mejor en la remoción, también ayuda en la Velocidad de Sedimentación con un 0.833 cm/s, para una Dosis de 21 mg/l, una Concentración de 0.8 % y un pH de 7.5.

➤ **Hierro**

En cuanto este parámetro, disminuyo en todos los muestreos, salvo en el Segundo muestreo que se mantuvo igual tanto en la Entrada como en la Salida, en 0.02 mg/l respectivamente, siendo 0.00 % de remoción.

5.1.2. ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Para el caso del analisis Microbiológicos

➤ **Coliformes Totales**

Para este análisis microbiológico vemos que si hay una remoción no muy grande en el Primer Muestreo con 44.44 % de remoción, pero en los cuatro Últimos Muestreos, se incrementa el porcentaje de Remoción, nos indica que no solamente, este coagulante natural, nos ayuda en la remoción de Turbiedad si no en la remoción de Coliformes Totales. Con una mayor remoción en el muestreo 2, con un porcentaje de 99.86 % y en el Quinto Muestreo disminuyendo su porcentaje de remoción a un 60.00 %.

➤ **Coliformes Fecales o Termotolerantes**

Lo mismo pasa para este parámetro que, si existe una remoción buena, para obtener una remoción alta en el Segundo Muestreo con un 99.85 % y que disminuye en el Quinto Muestreo con un 50.00 % de remoción.

➤ **Escherichia Coli**

Vemos que para este parámetro pasa lo mismo, en el Segundo Muestreo un 99.64 % de remoción y disminuye en el Quinto Muestreo con 50.00 % de remoción, por ende, se sabe que este Coagulante Natural, en Almidón de Yuca, nos ayuda a Remover los parámetros Microbiológicos de manera adecuada y eficiente.

5.2. RECOMENDACIONES DEL ALMIDÓN DE LA YUCA

- Se recomienda poder plantar más este tubérculo que es la yuca, para que pueda ser usado mucho más en procesos de tratamiento de agua, y con su debida investigación se pueda mejorar en la clarificación de las aguas superficiales.
- Mejorar el proceso de extracción del almidón de yuca, para dar mejor calidad en el proceso de tratamiento como coagulante.
- En el caso de laboratorio se debe mejorar o adquirir un nuevo equipo de colorímetro, para una mejor lectura de ello, en el proceso de coagulación.
- Con todos los beneficios que nos brinda este almidón, se puede investigar más a fondo en cuando a su alimentación, y el proceso alimenticio.
- Como se explica en todo este trabajo de investigación, es un proceso de coagulación barata, por la cual se debe incentivar más al proceso de siembra, para dar oportunidad laborar a la población.
- Se recomienda utilizar combinaciones químicas para darle mejor resultados en el proceso de coagulación, para el tratamiento de agua.
- Se debe almacenar el extracto del almidón de yuca en lugares secos, y evitar así el crecimiento de hongos.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero Pittman, Roger. Sistemas de Abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Lima: Universidad Agraria de la Molina, n.d.
- Albuquerque Lima, Roberto. "“Tratamientos de Efluentes líquidos de unidades productoras de farinha de mandioca”." Pernambuco - Brasil, 2010.
- Andía, Cárdenas Yolanda. Tratamiento de Agua-Coagulación y Floculación. Lima, 2000.
- Arboleda, Jorge. Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. Mc Graw Hill, 2006.
- Arboleda, V. Polímeros Naturales y su aplicación como ayudantes de floculación. 1975.
- Arismendi, Luis Gilberto. "Investigación sobre el cultivo de la yuca (Manihot Esculenta Crantz)." UDO Agrícola 1 (1) (2001): 1-10.
- Barba Ho, L.E. Conceptos básicos de la contaminación del Agua. Santiago de Cali, 2002.
- Beltrán & Marcilla, M. & A. Tecnología de polímeros. 1989.
- Bolaños Alvear, Dayan Vanesa. Protocolo para el funcionamiento, control y operación del nuevo equipo de prueba de jarras del laboratorio de hidráulica y saneamiento. 2014.
- Buitrago, A. La yuca en la Alimentación Animal. Cali: CIAT, 1990.
- C., Rodríguez. Uso y Control del proceso de Coagulación en plantas de Agua Potable. Sucre, 2008.

- Ceballos, H. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Bogotá: CIAT, 2002.
- Cepis. Tratamiento de agua para consumo humano. Lima, 2004.
- Clarificación, Métodos Domésticos de la. http://www.disaster-info.net/desplazados/documentos/saneamiento01/1/03metodos_domesticos_de_clarificac.htm. n.d.
- Cock, J. La Yuca Nuevo potencial para el cultivo tradicional. Cali: CIAT, 1989.
- Coliformes Fecales. 2017. <http://www.infojardin.net/glosario/colenquima/coliformes-fecales.htm>.
- De Vargas, Lidia. Mezcla Rápida. Bogotá, 2014.
- Echarri, García Baglietto. & Castillo Luzuriaga. Ciencia de la Tierra y del Medio Ambiente, 1998. <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htm>.
- Estudio, de las Características Físicoquímicas de la Yuca. <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoanexos/633682R741.pdf>. n.d.
- Garzón, O. "Evaluación de la Planta de Potabilización de agua del municipio de Villamaria." Manizales, 2003.
- Glauco Oliveira, Santo & Carlos Augusto de Jesus, Xavier & Luan da Silva, Tome.), "Polímero Natural de Fécula de Mandioca como auxiliar de floculación en tratamiento de agua para abastecimiento público" ." Salesiano Auxilium - Brasil, 2012.
- Gómez, N. Remoción de la materia orgánica por Coagulación-Floculación. Manizales: Universidad Nacional Sede Manizales, 2005.
- González Forero, Rosalina. Operaciones y Procesos Unitarios: Agua para Potabilización. Colombia, 2015.
- Juárez Villatoro, & López. t de student para muestras relacionadas. 2011.
- Mederos, V. "Embriogénesis somática en Yuca." Tesis, Cuba, 2006.
- Moreno, Ros. A. <https://es.scribd.com/doc/76332540/EL-AGUA-Generalidades-y-tratamientos>. Diciembre 22, 2011.
- Moscozo Barrios, Luis Roberto. "Uso de almidón de Yuca como sustituto del sulfato de aluminio en el proceso de coagulación-floculación en sistemas de tratamiento de agua para potabilización". San Carlos - Guatemala, 2015.
- OMS. Guías para la Calidad del Agua Potable. Suiza, 2006.
- Pérez Farras, Luis E. Teoría de la Sedimentación. 2005.

- Perez Parra, J.A. Manual de Tratamiento de Aguas. Medellin, 1981.
- Pino, M. Contenido foliar de nitratos y de nitrogeno acianico en plantas de yuca. Oriente, 1979.
- Recuento de Coliformes Totales. 2016. http://coli.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html.
- Restrepo Osorno, Hernán Alonso. Evaluacion del proceso de Coagulacion-Floculacion de una planta de tratamiento de Agua Potable. Medellin, 2009.
- Rodriguez M., Lugo & Rojs, I & Malaver C. "Evaluación del proceso de la coagulación para el diseño de una planta potabilizadora." UMBral Cientifico, 2007: 8-16.
- Rodriguez, C. "Uso y Control del proceso de Coagulación en plantas de tratamiento de agua potable." sucre, 2008.
- Rodriguez, Carlos. Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Agua. Bogota, 1995.
- Rojas Rivera, Magda Alejandra. "Estudio de las características fisicoquímicas de la yuca y sus efectos en la calidad de hojuelas fritas para su procesamiento en la empresa pronal S.A." 2012.
- Romero Rojas, Jairo Alberto. Potabilizacion del Agua. Alfa Omega, 2005.
- Salud, Ministerio de. Reglamento de la calidad de Agua para consumo Humano. 2011.
- Santos, J. & Veit, M. & Znette, J. & Goncalves, G. & Klen, M. & Kerber, K. "Tratamiento de eflu." ENMP, 2015.
- Sasso, Lo. Handling storing application and purchase of water soluble polyelectrolyte. Chicago: AWWA, 1972.
- Singley , J. teoría de coagulación del agua. Florida, 1986.
- Solis Silvan, Rudy & Laines Canepa, José Ramón & Hernandez Barajas, José Roberto. "Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales." Int. Contam. Ambie. 28 (3) (2012): 229-236.
- Suárez Guerra Lorenzo, Mederos Vega Victor R. "Apuntes sobre el Cultivo de la Yuca (Manihot Esculenta Crantz)." INCA, 2011: 27-35.
- Tema, Manual de Laboratorio. Coagulacion-Floculacion. Castilla, n.d.
- Vargas, Lidia. Floculacion. Lima, 2003.

ANEXOS

ANEXO 1: REGISTRO DE FOTOGRAFIAS

1.1. RECOJO DE MUESTRAS PARA EL ANALISIS EN LABORATORIO

Fotografía 15 *Río Macashca - Distrito de Huaraz*



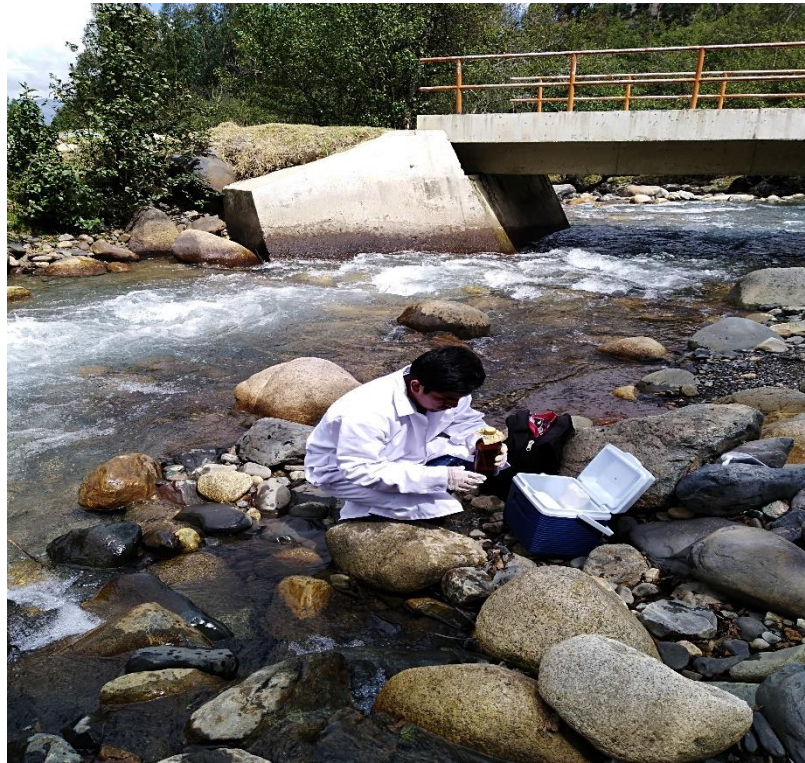
Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 16 *Toma de Muestras*



Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 17 Cerrado de la Botellas con la Muestras



Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 18 Muestras para el Análisis de Laboratorio



Fuente: (Elaboración Propia)

1.2. RECOJO DEL AGUA PARA LA PRUEBA DE JARRAS

Fotografía 19 Recojo del Agua - Río Macashca



Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 20 Recojo del Agua - Río Macashca



Fuente: (Elaboración Propia)

1.3. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACION

Fotografía 21 Equipo de Prueba de Jarras



Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 22 Turbidímetro



Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 23 pH metro - 1



Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 24 pH metro - 2



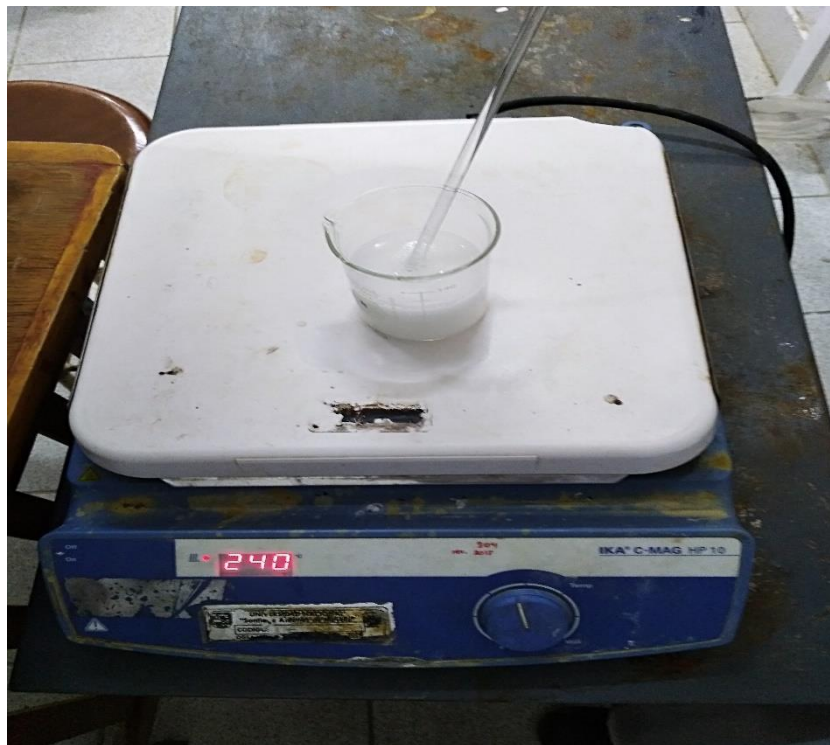
Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 25 Balanza Analítica



Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 26 Plancha de Calentamiento



Fuente: (Elaboración Propia)

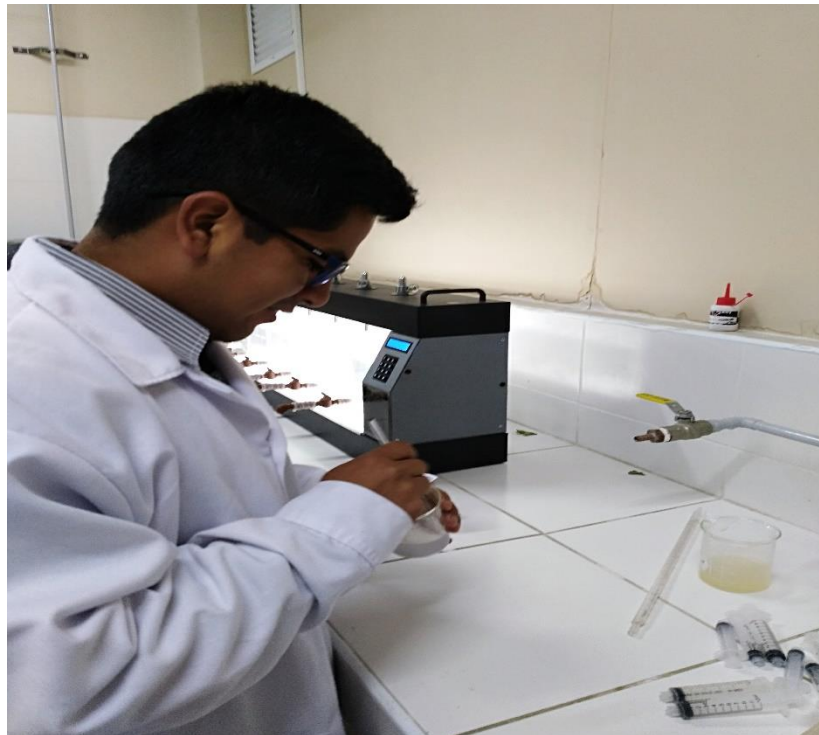
1.4. ENSAYO EN LA PRUEBA DE JARRAS

Fotografía 27 Calentado de la Solución del Coagulante



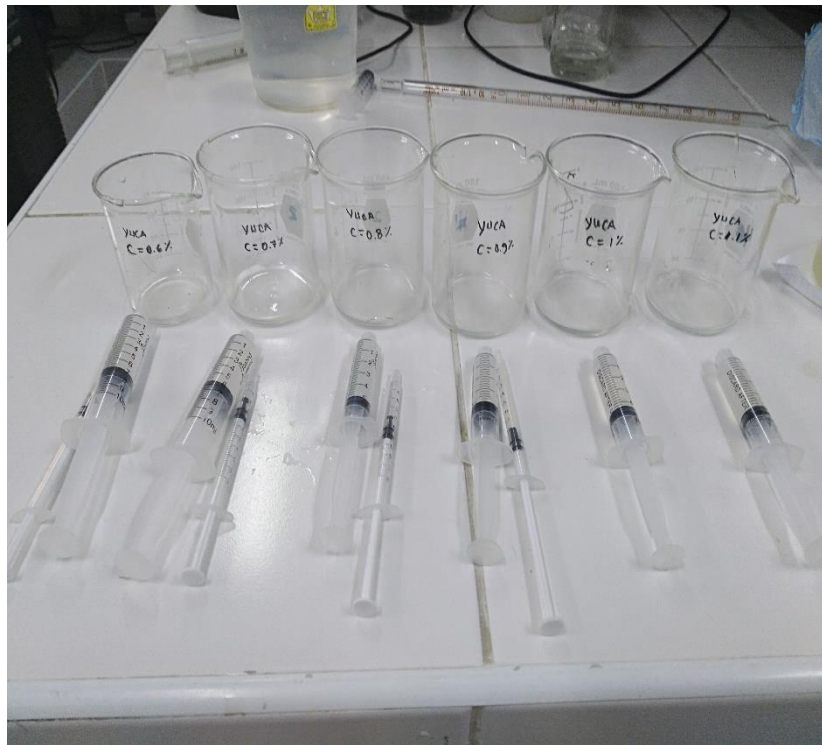
Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 28 Preparación de la Solución del Coagulante



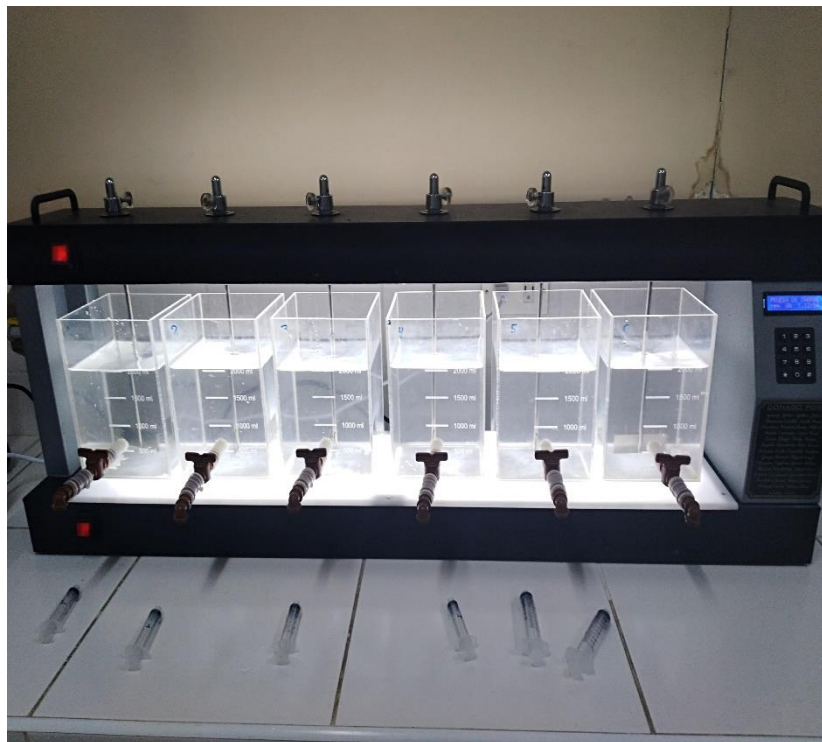
Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 29 Soluciones Preparadas para Inyectar a la Prueba de Jarras



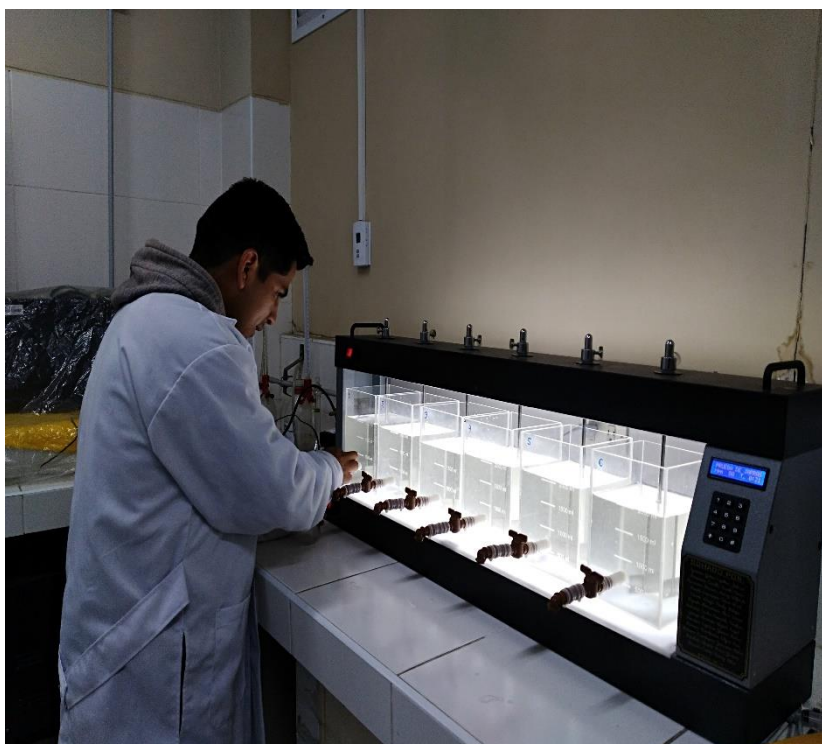
Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 30 Inyectado de la Solución del Coagulante



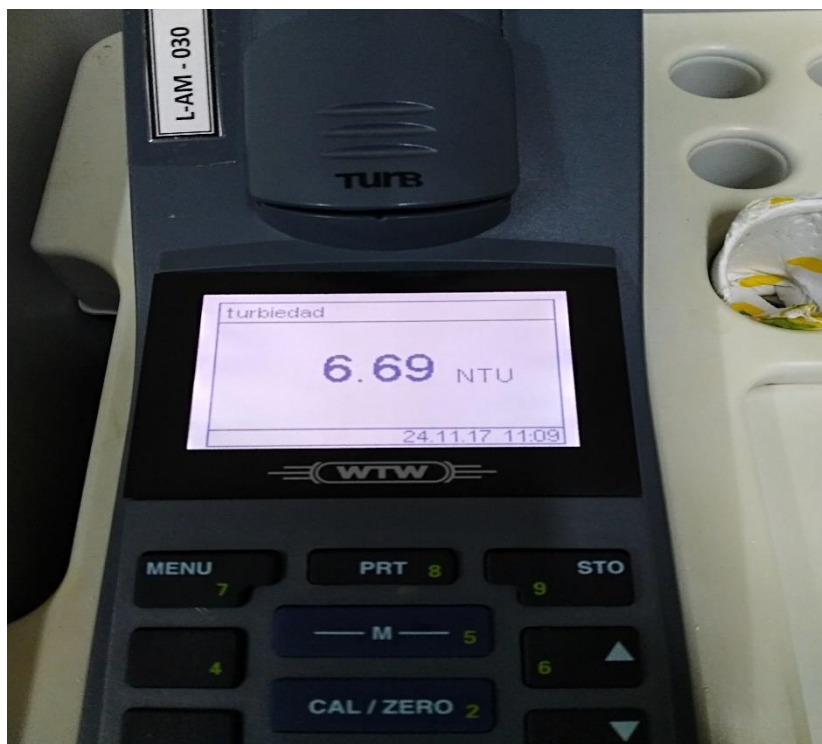
Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 31 Toma de la Muestra después de Correr la Prueba de Jarras



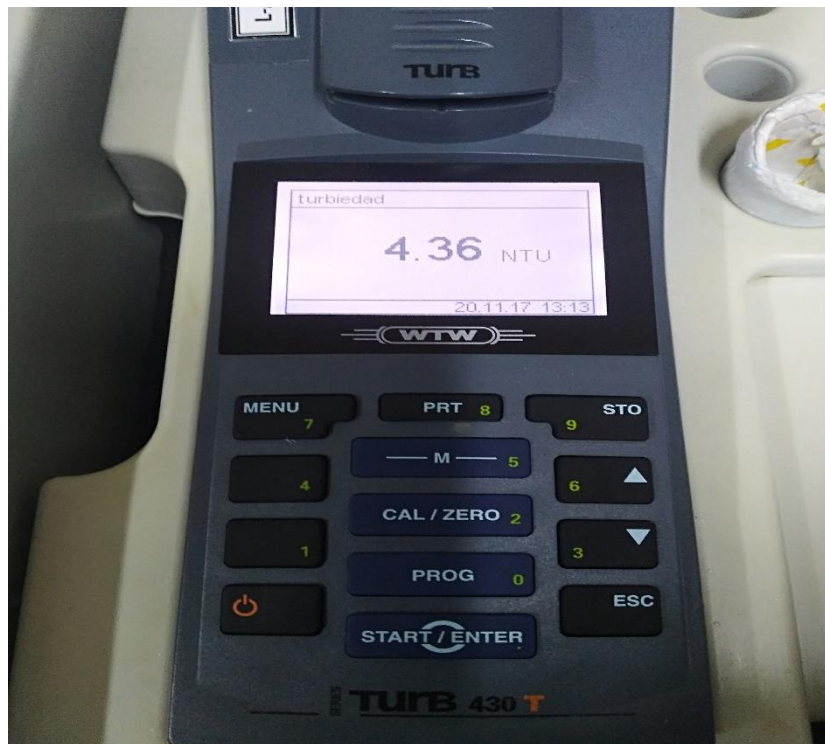
Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 32 Lectura en el Turbidímetro



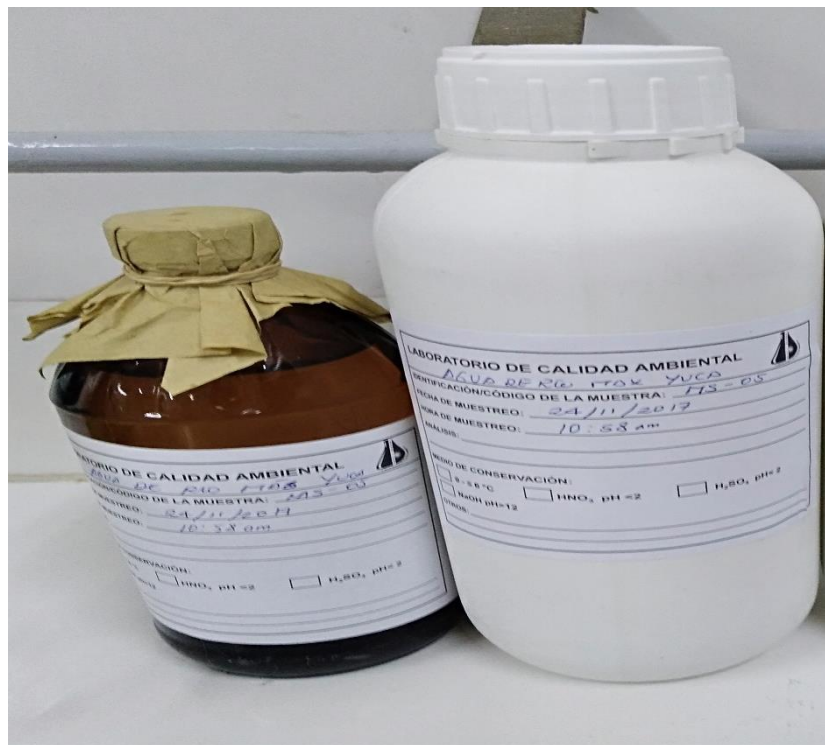
Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 33 Lectura del Turbidímetro



Fuente: (Elaboración Propia)

Fotografía 34 Muestras Finales del Almidón de Yuca



Fuente: (Elaboración Propia)

1.5. PRUEBAS DE LABORATORIO



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



INFORME DE ENSAYO AG171037

CLIENTE Razón Social : MAX STEVEN PAJUELO HENOSTROZA
Dirección : CA Shancayan Bajo S/N, Shrapampa
Atención : Max Steven Pajuelo Henostroza

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Aguas Superficiales
Procedencia : Río Macashca, Distrito de Huaraz
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170634

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 12/Octubre/2017
Fecha de análisis : 12 de Octubre al 19 de Octubre/2017
Cotización N° : CO170127

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Muestra - 01
					Fecha de muestreo	12/10/2017
					Hora muestreo	09:52
					Código del Laboratorio	AG171514
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ07	Cianuro Total	mg/l CN	Acido barbitúrico - piridincarbonílico (*)	0.002		< 0.002
FQ10	Cloruros	mg/l Cl	APHA 4500-Cl-Cr B (*)	1		5
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		65.2
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		39
FQ19	Fluoruros	mg/l F	Alizarine complejone (*)	0.10		< 0.10
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid.pH	APHA 4500-H+ B-Versión 2012 (*)	.....		6.88
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		39
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ²⁻	Bario sulfato, turbidímetro (*)	25		< 25
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		20.30
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		< 0.020
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 408 (*)	0.01		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		< 0.002
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.021
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.010
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétones de Michler (*)	0.025		< 0.025
MT21	Molibdeno total	mg/l	Rouge de bromopyrogallol (*)	0.02		< 0.02
MT22	Níquel total	mg/l Ni	Dimetilgioxina (*)	0.02		< 0.02
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		< 0.010
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		< 0.05
MS	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral (*)	1.0		2.2
NU05	Nitritos	mg/l NO ₂ ⁻	Reacción Griess (*)	0.007		< 0.007
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		14
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		9
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		5
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2
AP	ANÁLISIS DE NUTRIENTES EN SUELOS					
AP15	Huevos de Helminfos	Huevos/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia		Ausencia
AP16	Larvas de Helminfos	Larvas/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia		Ausencia



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

Datos proporcionados por el cliente

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



INFORME DE ENSAYO AG171037

² Resultados reportados a 25°C

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

NOTA:

i. Tiempo de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 19 de Octubre de 2017



Mario

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

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 2 de 2



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



INFORME DE ENSAYO AG171082

CLIENTE
Razón Social : MAX STEVEN PAJUETO HENOSTROZA
Dirección : Shirapampa s/n - Shancayan Bajo - Independencia
Atención : Max Steven Pajuelo Henostroza

MUESTRA
Producto declarado : Agua de Río más coagulante de Yuca
Matriz : Aguas Naturales - Aguas Superficiales
Procedencia : Río Macashca, Distrito de Huaraz
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170674

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

LABORATORIO
Fecha de recepción : 27/Octubre/2017
Fecha de análisis : 27 de Octubre al 06 de Noviembre/2017
Cotización N° : CO170789

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	MS - 01
					Fecha de muestreo ¹	27/10/2017
					Hora muestreo ¹	10:53
					Código del Laboratorio	AG171648
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0,5		< 0,5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		63,34
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid.pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2012 (*)	.....		7,44
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		27
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0,01		5,08
MT	METALES TOTALES					
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0,005		0,015
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		5
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		2
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		< 1

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

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25°C

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

NOTA:

1. Tiempo de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



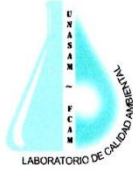
Mario Leyva Collas
Quim. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 06 de Octubre 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.

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



Registro N°LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG171088

CLIENTE Razón Social : MAX STEVEN PAJUELO HENOSTROZA
Dirección : Shirapampa s/n - Shancayan Bajo - Independencia
Atención : Max Steven Pajuelo Henostroza

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Aguas Superficiales
Procedencia : Río Macashca, Distrito de Huaraz
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170680

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 02/Noviembre/2017
Fecha de análisis : 02 de Noviembre al 09 de Noviembre/2017
Cotización N° : CO170789

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	ME - 02
					Fecha de muestreo ¹	02/11/2017
					Hora muestreo ¹	08:22
					Código del Laboratorio	AG171664
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		88.4
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid.pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2012 (*)	.....		5.76
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		53
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		18.80
MT	METALES TOTALES					
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.02
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)			1440
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		660
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		276

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

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25°C

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

NOTA:

1. Tiempo de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 09 de Octubre 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.

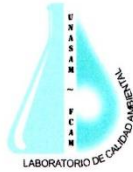
Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

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 ANTUNEZ 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**



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG171105

CLIENTE Razón Social : MAX STEVEN PAJUELO HENOSTROZA
Dirección : Shirapampa s/n - Shancayan Bajo - Independencia
Atención : Max Steven Pajuelo Henostroza

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río más Yuca
Matriz : Aguas Naturales - Aguas Superficiales
Procedencia : Río Macashca, Distrito de Huaraz
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170687

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 03/Noviembre/2017
Fecha de análisis : 03 de Noviembre al 10 de Noviembre/2017
Cotización N° : CO170789

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	MS - 02
					Fecha de muestreo	03/11/2017
					Hora muestreo	12:02
					Código del Laboratorio	AG171686
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ11	Color	TCU	E Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		88.4
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid.pH	APHA 4500-H* B - Versión 2012 (*)	.....		7.24
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		53
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		4.44
MT	METALES TOTALES					
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.02
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		2
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		< 1
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		< 1

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

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25°C

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

NOTA:

i. Tiempo de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 10 de Noviembre 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.

Esta 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. 944432754 / 9488915005 RPM. #948915005
E-mail: labcam@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 AG171192

CLIENTE Razón Social : MAX STEVEN PAJUELO HENOSTROZA
Dirección : Shirapampa s/n - Shancayan Bajo - Independencia
Atención : Max Steven Pajuelo Henostroza

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Aguas Superficiales
Procedencia : Río Macashca, Distrito de Huaraz
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170729

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 17/Noviembre/2017
Fecha de análisis : 17 de Noviembre al 24 de Noviembre/2017
Cotización N° : CO170789

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	ME - 03
					Fecha de muestreo ¹	11/11/2017
					Hora muestreo ¹	08:05
					Código del Laboratorio	AG171808
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		73.6
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid.pH	APHA 4500-H* B - Versión 2012 (*)	.....		5.99
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		44
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		12.90
MT	METALES TOTALES					
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.14
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		26
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		14
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		5

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

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25°C

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

NOTA:

I. Tiempo de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 24 de Noviembre 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 ANTUNEZ 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**



INFORME DE ENSAYO AG171193

CLIENTE Razón Social : MAX STEVEN PAJUELO HENOSTROZA
Dirección : Shrapampa s/n - Shancayan Bajo - Independencia
Atención : Max Steven Pajuelo Henostroza

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río más Yuca
Matriz : Aguas Naturales - Aguas Superficiales
Procedencia : Río Macashca, Distrito de Huaraz
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170729

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 17/Noviembre/2017
Fecha de análisis : 17 de Noviembre al 24 de Noviembre/2017
Cotización N° : CO170789

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	MS - 03
					Fecha de muestreo ¹	11/11/2017
					Hora muestreo ¹	11:30
					Código del Laboratorio	AG171809
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		72.2
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid.pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2012 ( * )	.....		7.32
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		44
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		3.25
MT	METALES TOTALES					
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.104
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		2
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		< 1
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		< 1

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

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25°C

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

NOTA:

I. Tiempo de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 24 de Noviembre 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. 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**



INFORME DE ENSAYO AG171220

CLIENTE Razón Social : MAX STEVEN PAJUELO HENOSTROZA
Dirección : Shirapampa s/n - Shancayan Bajo - Independencia
Atención : Max Steven Pajuelo Henostroza

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Aguas Superficiales
Procedencia : Río Macashca
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170739

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 20 Noviembre/2017
Fecha de análisis : 20 de Noviembre al 27 de Noviembre/2017
Cotización N° : CO170789

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	ME - 04
					Fecha de muestreo ¹	20/11/2017
					Hora muestreo ¹	10.05
					Código del Laboratorio	AG171846
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		89.1
FQ23	pH (en laboratorio)	Und.pH	APHA 4500-H* B - Versión 2012 (*)	.....		6.01
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		68
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		16.60
MT	METALES TOTALES					
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Tnazina (*)	0.005		0.486
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		90
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		56
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		26

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

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25°C

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

NOTA:

1. Tiempo de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 27 de Noviembre 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 ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



INFORME DE ENSAYO AG171221

CLIENTE Razón Social : MAX STEVEN PAJUELO HENOSTROZA
Dirección : Shirapampa s/n - Shancayan Bajo - Independencia
Atención : Max Steven Pajuelo Henostroza

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río más Yuca
Matriz : Aguas Naturales - Aguas Superficiales
Procedencia : Río Macashca
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170739

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 20/Noviembre/2017
Fecha de análisis : 20 de Noviembre al 27 de Noviembre/2017
Cotización N° : CO170789

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	MS - 04
					Fecha de muestreo ¹	20/11/2017
					Hora muestreo ¹	12:48
					Código del Laboratorio	AG171847
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		87.9
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid.pH	APHA 4500-H* B - Versión 2012 (*)	.....		7.47
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		48
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		3.06
MT	METALES TOTALES					
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.232
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		9
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		5
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2

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

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25°C

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

NOTA:

1. Tiempo 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, 27 de Noviembre 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 ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



INFORME DE ENSAYO AG171243

CLIENTE Razón Social : MAX STEVEN PAJUJUELO HENOSTROZA
Dirección : Shirapampa s/n - Shancayan Bajo - Independencia
Atención : Max Steven Pajuelo Henostroza

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Aguas Superficiales
Procedencia : Río Macashca, Distrito de Huaraz
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170750

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 24/Noviembre/2017
Fecha de análisis : 24 de Noviembre al 01 de Diciembre/2017
Cotización N° : CO170789

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	ME - 05
					Fecha de muestreo ¹	23/11/2017
					Hora muestreo ¹	09:50
					Código del Laboratorio	AG171679
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		79.7
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid.pH	APHA 4500-H* B - Versión 2012 (*)	.....		5.07
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		51
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		22.3
MT	METALES TOTALES					
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.211
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		5
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		2
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2

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

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25°C

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

NOTA:

1. Tiempo de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 01 de Diciembre 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 ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG171244

CLIENTE Razón Social : MAX STEVEN PAJUELO HENOSTROZA
Dirección : Shirapampa s/n - Shancayan Bajo - Independencia
Atención : Max Steven Pajuelo Henostroza

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río más Yuca
Matriz : Aguas Naturales - Aguas Superficiales
Procedencia : Río Macashca, Distrito de Huaraz
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170750

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 24/Noviembre/2017
Fecha de análisis : 24 de Noviembre al 01 de Diciembre/2017
Cotización N° : CO170789

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	MS - 06
					Fecha de muestreo ¹	23/11/2017
					Hora muestreo ¹	10:58
					Código del Laboratorio	AG171880
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		79.4
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid.pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2012 (*)	.....		7.28
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		35
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		2.52
MT	METALES TOTALES					
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.152
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		2
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		< 1
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		< 1

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

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25°C

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

NOTA:

1. Tiempo de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 01 de Diciembre 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