

“AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA”

RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL N° 00141 -2025 EMUSAP S.A./Ama3

Chachapoyas, 25 de setiembre de 2025

VISTO:

El Informe N° 0372-2025-EMUSAP S.A.-GO/Ama3, el Informe N° 0251-2025-EMUSAP S.A. GO/SPAPTAR/Ama3, y;

CONSIDERANDO:

Que, la EPS EMUSAP S.A. es una empresa prestadora de servicios de saneamiento de accionariado municipal, constituida como empresa pública de derecho privado, bajo la forma societaria de sociedad anónima, cuyo accionariado esta suscrito y pagado en su totalidad por la Municipalidad Provincial de Chachapoyas, posee patrimonio propio y goza de autonomía administrativa, económica y de gestión. Su ámbito de competencia es la localidad de Chachapoyas, incorporado al Régimen de Apoyo Transitorio (RAT) por el Consejo Directivo del OTASS a través de su Sesión N° 013-2018 de fecha 19 de setiembre de 2018, acuerdo que fue ratificado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento - MVCS mediante Resolución Ministerial N° 375-2018-VIVIENDA de fecha 6 de noviembre de 2018;

Que, mediante **Informe N° 0251-2025-EMUSAP S.A. GO/SPAPTAR/Ama3**, de fecha de recepción el 24 de setiembre del 2025, el Supervisor de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual, remite a la Gerencia de Operaciones, el Programa de Control de Procesos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable, para su aprobación y comunicar a la SUNASS;

Que, mediante **Informe N° 0372-2025-EMUSAP S.A.-GO/Ama3**, de fecha 24 de setiembre del 2025, el Gerente de Operaciones, solicita al Gerente General la aprobación del Programa de Control de Procesos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable, de conformidad al Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento, el Reglamento General de Fiscalización y Sanción y el Sistema de Indicadores e índices de los Prestadores de los Servicios de Saneamiento;

Que, mediante **RESOLUCION DE CONSEJO DIRECTIVO N° 038-2025-SUNASS-CD**, publicada en el Diario El Peruano el 15 de mayo del 2025, estipula en el **Artículo 61. - Control del proceso de desinfección, 61.1**. La empresa prestadora que use compuestos de cloro o sus derivados en el proceso de tratamiento debe implementar las acciones necesarias para ejercer el control del proceso de desinfección (...);

Que, de este modo el objetivo es lograr el cumplimiento de metas de gestión y de los indicadores operacionales, por lo tanto, resulta necesario contar con un programa de control de procesos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable, destinada a lograr el resultado optimo en la potabilización del agua, en consecuencia, se debe aprobar el presente documento;

Que, estando a lo expuesto y en aplicación de las facultades conferidas a esta Gerencia General en el Artículo 40°, numeral 3, del Estatuto de la Empresa, y demás normas concordantes, con el visto de la Gerencia de Administración y Finanzas, Gerencia de Operaciones y Gerencia de Asesoría Jurídica.

Estando a lo expuesto, y en el uso de las atribuciones conferidas:



SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. – APROBAR el PROGRAMA DE CONTROL DE PROCESOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE de la EPS EMUSAP S.A. que como anexo forma parte integrante de la presente resolución, con 119 folios.

ARTICULO SEGUNDO. – ENCARGAR el seguimiento y ejecución a la Gerencia de Operaciones a través del Equipo de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales y demás órganos respectivos.

ARTICULO TERCERO. – NOTIFICAR a los órganos internos de la empresa y demás instancias competentes interesadas.

ARTÍCULO CUARTO. – DISPONER la publicación de la presente resolución en el portal institucional www.emusap.com.pe y en el Portal de Transparencia de la EPS EMUSAP S.A.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE.


EMUSAP S.A.
HAMILTON CHAVEZ CASIQUE
GERENTE GENERAL

C.c.
Archivo
Registro de Resolución: 252941.004



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

INFORME N° 0372-2025-EMUSAP S.A. GO/Ama3

A : ING. HAMILTON CHAVEZ CASIQUE
GERENTE GENERAL

ASUNTO : ALCANZO PROGRAMA CONTROL DE PROCESOS DE LA PTAP

REFERENCIA : a) INFORME N° 251-2025-EMUSAP SA. GO/SPAPTAR/Ama3
b) RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 038-2025-SUNASS-CD

FECHA : Chachapoyas, 24 de septiembre de 2025

Por medio de la presente me dirijo a Ud. Para informar que, de acuerdo con el documento de referencia del Supervisor de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual, hacer llegar el programa "CONTROL DE PROCESOS", para su **aprobación** de acuerdo a la resolución de referencia Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento, el Reglamento General de Fiscalización y Sanción y el Sistema de Indicadores e Índices de la Gestión de los Prestadores de los Servicios de Saneamiento.

Es todo cuanto informo para su conocimiento y fines correspondiente.


ING. FREYDI JOHN VALLEJOS LEYVA
GERENTE DE OPERACIONES

C.c. Archivo

Expediente N.° 252941.002

PROVEIDO - [Redacted]

Fecha: 24/09/2025

Departamento - Área Personal - Señor(a) [Redacted]

1. BAJ: Su atención puntual

2. _____

3. _____

per 
HAMILTON CHAVEZ CASIQUE
GERENTE GENERAL

INFORME N° 0251-2025-EMUSAP S.A.G-O/ SPAPTAR/Ama3

AL : Ing. FREYDI JOHN VALLEJOS LEYVA
Gerente Operaciones

ASUNTO : Alcanzo El Programa de Control de Procesos para su aprobación

REF : *Resolución de Consejo Directivo N° 038-2025-SUNASS-CD*

FECHA : Chachapoyas, miércoles 23 de setiembre 2025



Por el presente me dirijo a Usted, para hacerle llegar adjunto El Programa de Control de Procesos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable para su aprobación de acuerdo con la Resolución de la referencia.

Atentamente,


ING. OLMEDO VEGA ZAVALETA
SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE Y TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

OVZ/SPAPTAR

-C.c:

--Archivo

NÚMERO DE TRAMITE: 252941.001

Fecha y Hora de Registro: 23/09/2025 10:38:20 AM.

PROGRAMA

“CONTROL DE PROCESOS”



08:38

02/09/2025

Mar

Jr. Sosiego cdra 8, Chachapoyas 01001

Coordenadas: 18M 183389 9309476

Altitud: 2433,9 m



ELABORADO POR:
ING. OLMEDO VEGA ZAVALETA

2025 - 2027

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
2. GENERALIDADES DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL AGUA
3. OBJETIVOS
4. METAS
5. MARCO LEGAL
6. INSUMOS QUÍMICOS QUE SE UTILIZAN EN EL TRATAMIENTO
7. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA
 - 7.1 Cámara Rompe Presión
 - 7.2 Canal de Ingreso
 - 7.2.1 Medición del Caudal
 - 7.2.2 Medidas del Canal de Ingreso hasta el Parshal
 - 7.3 Mezcla Rápida
 - 7.3.1 Sulfato de Aluminio
 - 7.3.2 Polímero Catiónico
 - 7.3.3 Medidas del Parshal
 - 7.4 Floculador Hidráulico
 - 7.5 Decantador Convencional y de Placas Paralelas
 - 7.6 Filtros Rápidos
 - 7.7 Desinfección
8. CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL EMPLEO Y USO DE LOS INSUMOS QUÍMICOS
 - 8.1 Sulfato de Cobre
 - 8.2 Cal Hidratada
 - 8.3 Sulfato de Aluminio
 - 8.4 Polímero Catiónico
 - 8.5 Policloruro de Aluminio:
 - 8.6 Cloro Gas
 - 8.7 Hipoclorito de Calcio



9. TRATAMIENTO DEL AGUA

9.1 Medición del Caudal

9.2 Dosificación de Sulfato de Cobre

9.2.1 Determinar el Volumen Útil (Vu) del tanque de Solución (altura por debajo del rebose)

9.3 Dosificación Cal Hidratada

9.3.1 Preparación del Tanque de Solución de Cal Hidratada al 0.9%

9.4 Dosificación de Sulfato de Aluminio

9.4.1 Calibración de los Dosificadores de Sulfato de Aluminio

9.4.2 Operación de Puesta en Marcha

9.4.3 Cálculo del Peso de Sulfato de Aluminio

9.5 Dosificación de Polímero Catiónico

9.5.1 Operación de Puesta en Marcha

10. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE CAL, SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

10.1 Equipos, Materiales y Reactivos

10.2 Procedimiento

10.3 Realizar el Primer ensayo para determinar la dosis optima de coagulante al agua con alcalinidad natural (baja)

11. CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE LA DOSIS ÓPTIMA VERSUS TURBIEDAD O COLOR DEL AGUA CON INSUMOS QUÍMICOS QUE OPERA LA PTAP.

11.1 Correlación de Turbiedad Versus Sulfato de Aluminio

11.2 Correlación de Color versus Cal Hidratada

11.3 Correlación de Color versus Polímero Catiónico.

12. DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO.

12.1 Correlación de Turbiedad versus Policloruro de Aluminio.

12.2 Correlación de Color versus Policloruro de Aluminio.

13. DEMANDA DE CLORO

14. CONTROL DE LA CARRERA DE FILTRACIÓN Y TIEMPO DE LAVADO DE LOS FILTROS

15. DESINFECCIÓN – CLORINADOR DE INYECCIÓN AL VACÍO

15.1 Operación de Puesta en Marcha

15.2 Operación Normal

16. PARAMETROS DE CONTROL DE PROCESOS

17. ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN

En el presente programa abarca una descripción de los procesos de potabilización del agua, llevado a cabo por la EPS **EMUSAP S.A.**, en Planta de Tratamiento, ubicado en el Barrio El Prado.

1.1 Control de Procesos: Es el conjunto de procedimientos empleados para determinar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua en planta (canal de ingreso, salida del decantador, salida de filtros y salida de planta), de esta manera se puede determinar la magnitud de las transformaciones que sufre la calidad del agua durante los procesos de tratamiento.

2. GENERALIDADES DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL AGUA

Las diversas actividades agrícolas, ganaderas, industriales y recreacionales del ser humano han traído como consecuencia la contaminación con microorganismos patógenos como bacterias, virus, parásitos y sustancias químicas como pesticidas, siendo un riesgo para la salud humana. Para ser apta para el consumo humano es necesario someter al agua a una serie de procesos físico - químicos, a fin de purificar o potabilizar. La PTAP es una planta convencional con operación por gravedad, integrado por los procesos de: aforo, coagulación, floculación, sedimentación, filtración rápida y desinfección, con edificaciones complementarias para almacén, dosificación de insumos químicos, laboratorio de control de procesos, y control de calidad, vías para circulación interna de jardines y espacios verdes.

3. OBJETIVOS

- Medición del caudal del agua cruda que se va a tratar, este es el dato inicial para calcular la cantidad de insumos que agregamos al agua para su tratamiento.
- Agregar al agua una cantidad exacta de sustancia química predeterminada mediante ensayos en laboratorio (prueba de jarras) para obtener un buen tratamiento después de cada proceso.
- Producir agua potable apta para el consumo humano.

METAS

- Entregar agua potable en cantidad suficiente, para satisfacer las necesidades de la población, con el menor costo.
- Suministrar al consumidor agua potable que reúna por lo menos las siguientes características: clara, transparente, cristalina, sin color, sin olor, sin sabor, libre de microorganismos patógenos con los parámetros dentro de los Límites Máximos Permisibles.

5. MARCO LEGAL

- **Decreto Legislativo N° 1357**, que modifica el Decreto Legislativo N° 1280, que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento.
- Reglamento de la Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento: **Decreto Supremo N° 019-2017-VIVIENDA**.
- **DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM**, Estándares de Calidad Ambiental para Agua.
- Reglamento de la Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 023-2025-SUNASS-CD y sus modificaciones

6. INSUMOS QUÍMICOS QUE SE UTILIZAN EN EL TRATAMIENTO

- Sulfato de Cobre.
- Coagulante: Sulfato de Aluminio y/o Policloruro de Aluminio
- Auxiliar de Coagulación: Polímero Catiónico.
- Modificador de pH: Cal Hidratada.
- Desinfectante: Cloro Gas y/o Hipoclorito de Calcio al 65 – 70%

7. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

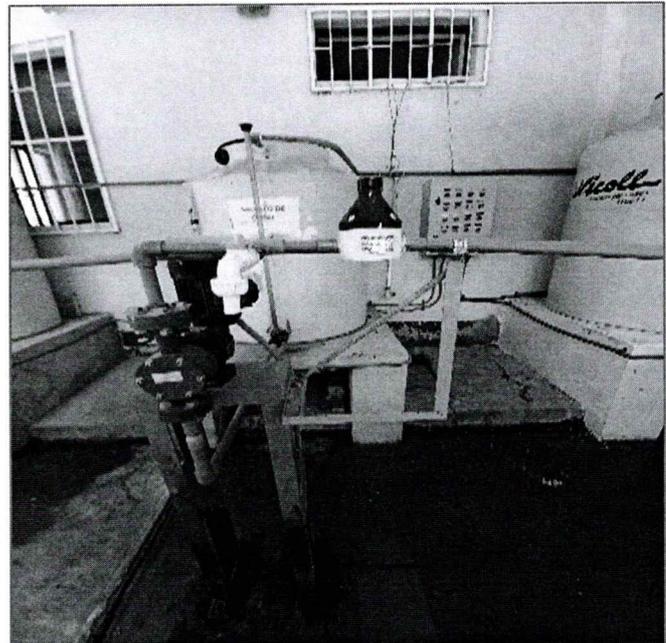
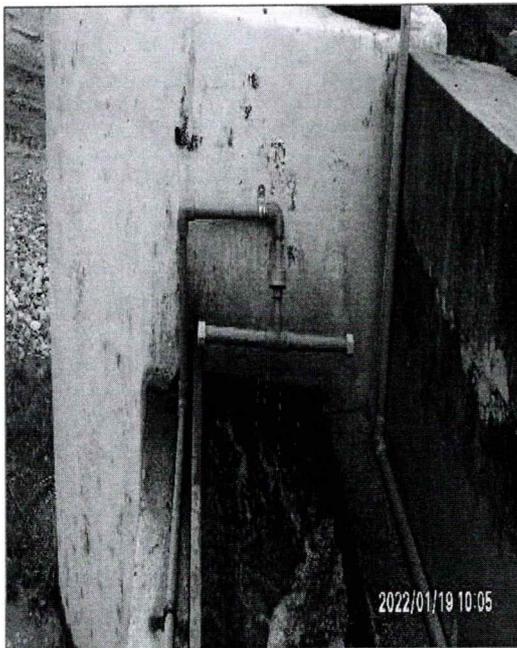
De acuerdo con los procesos de tratamiento utilizados, se espera que la planta entregue agua que cumpla con los requisitos exigidos por la normatividad vigente, para ser considerada potable. Los detalles del funcionamiento del sistema se pueden encontrar en la memoria técnica del proyecto y planos del proyecto de la planta.

7.1 Cámara Rompe Presión

Es donde llega el agua de las fuentes de captación disminuyendo la presión, para ingresar al canal. A la salida de esta cámara se agrega el sulfato de cobre.

A. Sulfato de Cobre

Se agrega al agua para eliminar organismos de vida libre como: algas, protozoarios, copéodos, rotíferos, entre otros. Se agrega al agua en forma continua con un dosificador.



Dosificador de sulfato de cobre

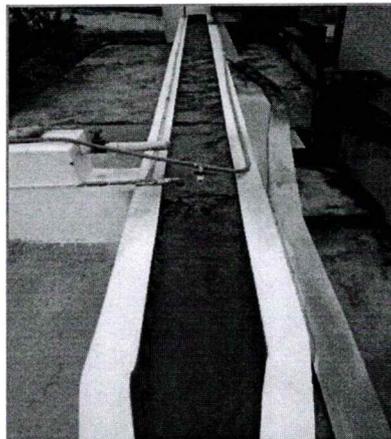


DOSIFICACION DE SULFATO DE COBRE			
ALTURA DEL CONTOMETRO	CAUDAL DE INGRESO (l/seg.)	DOSIFICACION DE DESULFATO DE COBRE (ml/seg.)	% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR
0	0	0	0
1	0.11	0.01	0.03
2	0.64	0.08	0.27
3	1.14	0.14	0.48
4	1.67	0.20	0.69
5	2.72	0.33	1.13
6	3.95	0.47	1.61
7	5.23	0.63	2.16
8	6.62	0.79	2.71
9	8.14	0.98	3.36
10	10.38	1.25	4.29
11	12.48	1.50	5.14
12	14.55	1.75	6.00
13	16.73	2.00	6.86
14	19.01	2.28	7.82
15	22.44	2.69	9.22
16	24.76	2.97	10.18
17	26.72	3.21	11.00
18	28.74	3.45	11.83
19	31.04	3.72	12.75
20	33.89	4.07	13.95
21	36.58	4.39	15.05
22	38.84	4.66	15.98
23	41.14	4.94	16.94
24	44.29	5.31	18.20
25	48.35	5.80	19.88
26	54.53	6.54	22.42
27	58.90	7.07	24.24
28	62.79	7.53	25.81
29	65.23	7.83	26.84
30	70.20	8.42	28.87
31	75.96	9.12	31.26
32	79.88	9.59	32.87
33	85.91	10.31	35.34
34	96.31	11.56	39.63
35	107.14	12.86	44.08
Caudal Máx.= 105l/h = 29.17ml/seg.		Dosis Optima = 0.50mg/l. $q = Q \times DO / \%$	



7.2 Canal de Ingreso

Es la zona de ingreso del agua a la planta, es la zona donde se agrega la solución de cal hidratada, se recoge muestras para análisis físico – químico y bacteriológico del agua cruda, material de construcción concreto armado.



B. Cal Hidratada

Se agrega en el canal de ingreso para aumentar el pH y la alcalinidad, con la finalidad de tener una buena coagulación. Se agrega al agua para su tratamiento cuando ingresa turbia a la planta.



7.2.1 Medición del Caudal: Se mide en el canal Parshall

Medidas:

- Ancho del canal = 40.5Cm.
- Zona convergente = 68 cm.
- Ancho de la garganta = 14.5 cm.
- Largo de la garganta = 25.5 cm.
- Zona divergente = 69 cm.

El ancho del canal parshall no tiene una medida exacta, para la implementación se realizó una investigación sobre la formula a emplear para la medición del caudal del agua en este canal parshall, siendo la siguiente: Se encontró fórmulas para el ancho de la garganta de 3" y 6"

$$3'' = 0.003965(Ha)^{1.58}$$

$$6'' = 0.006937(Ha)^{1.58}$$

El ancho de la garganta del parshall de la PTAP = 14.5cm. = 5.71", que no coincide con 3" y 6" por lo que se realizó la **interpolación** para calcular la fórmula para este ancho de garganta:

$$km = k_o + \frac{tm - t_o}{kf - t_o} (kf - k_o)$$

$$(t_o) 3'' \text{ ----- } 0.003965(Ha)^{1.58}$$

$$(tm) 5.71'' \text{ ----- } km (Ha)^{1.58}$$

$$(tf) 6'' \text{ ----- } 0.006937(Ha)^{1.58}$$

Reemplazando:

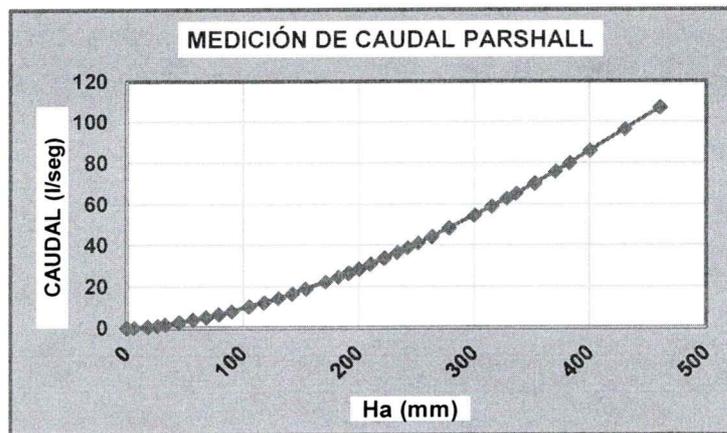
$$km = 0.003965 + \frac{5.71'' - 3''}{6'' - 3''} (0.006937 - 0.003965)$$

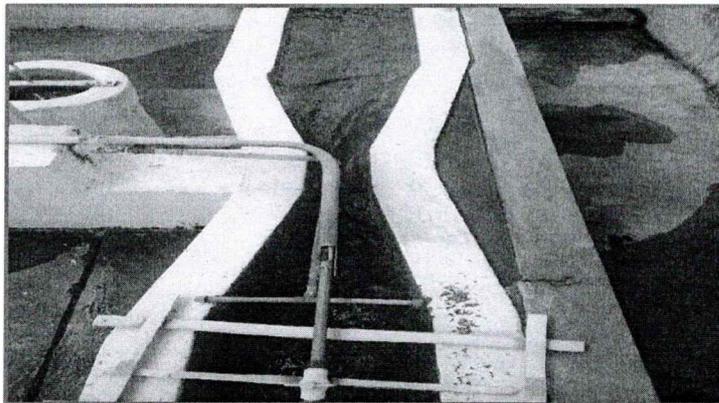
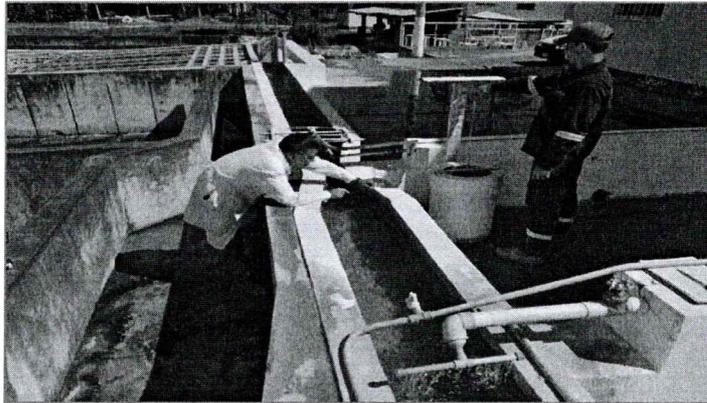
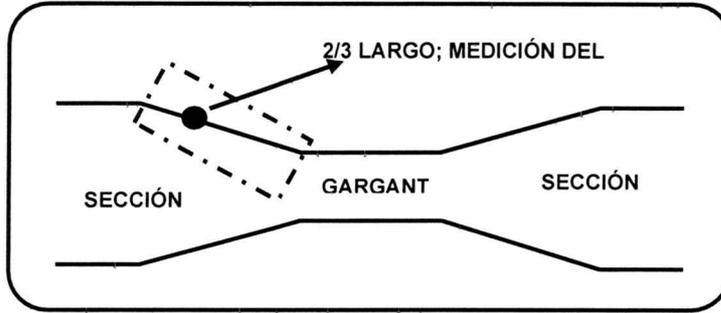
$$Km (5.71'') = 0.0066497(Ha)^{1.58}$$



La fórmula para medir el caudal en la PTAP, $Q = 0.0066497 (Ha)^{1.58}$, Ha es el calado para calcular el caudal se ubica a los 2/3 de la longitud de la zona convergente desde su sección final.

ALTURA DEL CONTOMETRO (cm)	ALTURA DE LA CRESTA (mm)	CAUDAL (l/s)
0	0	0
1	6	0.11
2	18	0.64
3	26	1.14
4	33	1.67
5	45	2.72
6	57	3.95
7	68	5.23
8	79	6.62
9	90	8.14
10	105	10.38
11	118	12.48
12	130	14.55
13	142	16.73
14	154	19.01
15	171	22.44
16	182	24.76
17	191	26.72
18	200	28.74
19	210	31.04
20	222	33.89
21	233	36.58
22	242	38.84
23	251	41.14
24	263	44.29
25	278	48.35
26	300	54.53
27	315	58.90
28	328	62.79
29	336	65.23
30	352	70.20
31	370	75.96
32	382	79.88
33	400	85.91



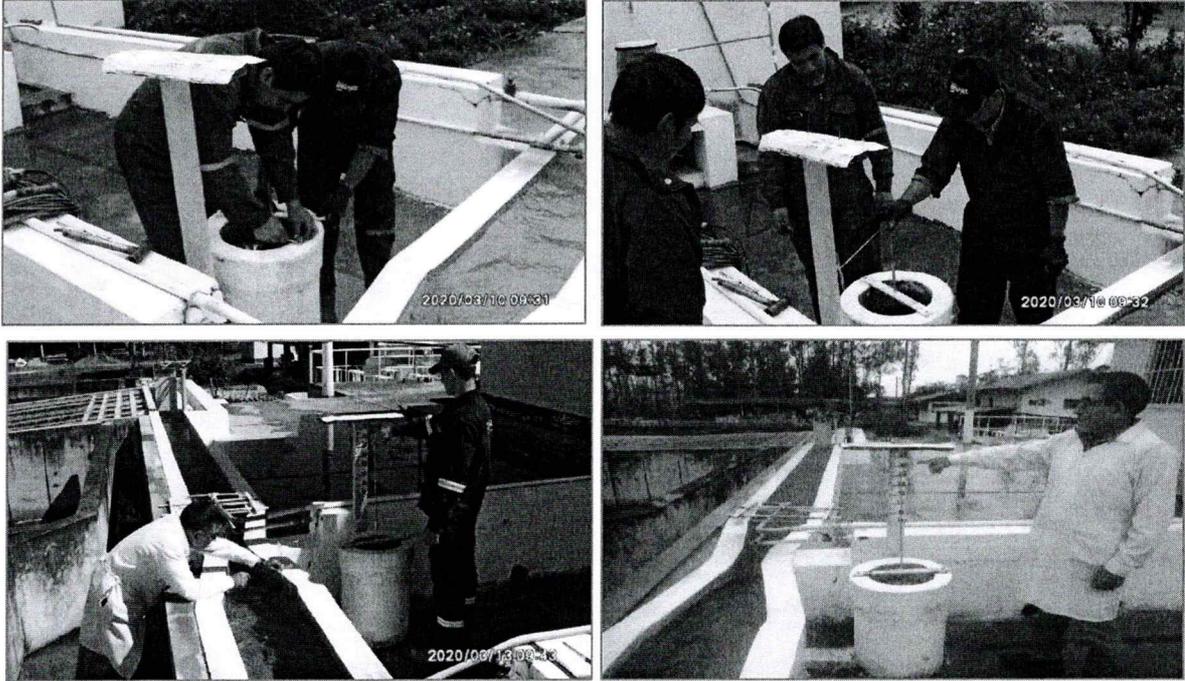


Los canales de aforo tienen medidas establecidas y cualquier aforador que se construya deben apegarse a dichas medidas. Los errores de construcción generan mediciones erróneas.

La sumergencia es un parámetro que clasifica la descarga en libre o ahogada, si la sumergencia excede de 0.6 para canales de 3, 6 y 12 pulgadas, la descarga es ahogada.

$$S = \frac{H_b}{H_a} = \frac{21}{35.2} = 0.597, \text{ es menor a } 06 \text{ por lo tanto es una descarga libre.}$$

Se realizó el mejoramiento, por la empresa Fabricaciones metálicas TUESTA



Mejoramiento del instrumento para medir, por el personal de: **FABRICACIONES METALICAS TUESTA E.I.R.L.**
Calibración del instrumento para medir caudal. El instrumento para medir caudal mejorado y estable.

7.2.2 Medidas del Canal de Ingreso hasta el Parshal

- Largo: 10 metros.
- Ancho: 0.41 metros.
- Profundidad Total: 0.43 metros.

La planta de tratamiento de agua potable está conformada por los siguientes procesos:

- Mezcla rápida.
- Floculación: Un Floculador Hidráulico con pantallas de tres compartimientos.
- Decantadores: Convencional y placas paralelas.
- Filtros: Una batería de 04 filtros rápidos.
- Desinfección: con 02 equipos de cloración al vacío.

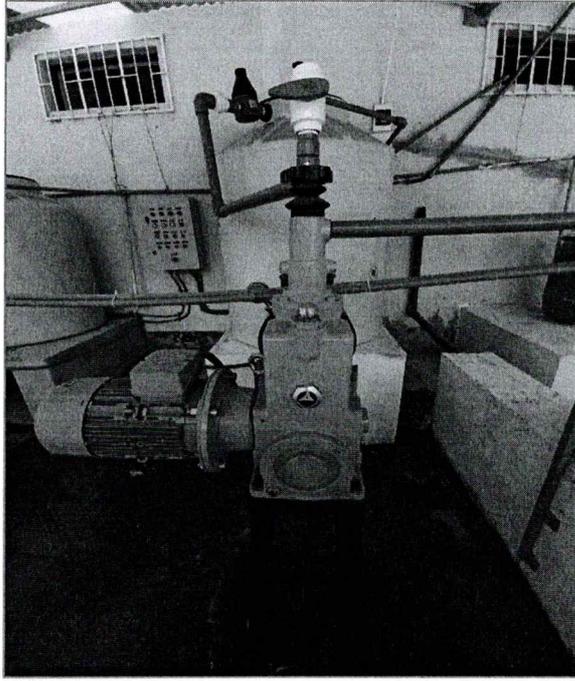
7.3 Mezcla Rápida

Es donde se agrega el coagulante, en la zona de mayor movimiento del agua (Sulfato de Aluminio), para obtener una distribución instantánea y uniforme, produciéndose la coagulación, material de construcción concreto armado.

7.3.1 Sulfato de Aluminio

Se agrega al agua para neutralizar la energía negativa que los mantiene dispersos a las partículas que producen la turbiedad y el color (arcillas, limo, tierra finamente dividida, taninos, etc.). Se agrega al agua para su tratamiento cuando la turbiedad esta mayor o igual a 5 UNT y el color mayor a 15 UCV escala Pt/Co, para la dosificación de la solución de sulfato de aluminio se cuenta con 01 dosificador.





Dosificador de Sulfato de Aluminio



DOSIFICACION DE SULFATO DE ALUMINIO

CALIBRACION DEL DOSIFICADOR DE SULFATO DE ALUMINIO		CALIBRACION DEL DOSIFICADOR DE SULFATO DE ALUMINIO		CALIBRACION DEL DOSIFICADOR DE SULFATO DE ALUMINIO	
% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.	% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.	% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.
0	0	42	132.42	84	264.84
1	3.15	43	135.57	85	267.99
2	6.31	44	138.72	86	271.14
3	9.46	45	141.88	87	274.29
4	12.61	46	145.03	88	277.45
5	15.76	47	148.18	89	280.60
6	18.92	48	151.33	90	283.75
7	22.07	49	154.48	91	286.90
8	25.22	50	157.64	92	290.06
9	28.37	51	160.79	93	293.21
10	31.53	52	163.95	94	296.36
11	34.68	53	167.10	95	299.62
12	37.83	54	170.25	96	302.67
13	40.97	55	173.40	97	305.82
14	44.14	56	176.56	98	308.97
15	47.29	57	179.71	99	312.13
16	50.44	58	182.86	100	315.28
17	53.60	59	186.02		
18	56.75	60	189.17		
19	59.90	61	192.32		
20	63.06	62	195.47		
21	66.21	63	198.63		
22	69.36	64	201.78		
23	72.51	65	204.93		
24	75.67	66	208.08		
25	78.82	67	211.24		
26	81.97	68	214.39		
27	85.13	69	217.54		
28	88.27	70	220.69		
29	91.43	71	223.85		
30	94.58	72	227.00		
31	97.74	73	230.15		
32	100.89	74	233.31		
33	104.04	75	236.46		
34	107.2	76	239.61		
35	110.35	77	242.77		
36	113.50	78	245.92		
37	116.65	79	249.07		
38	119.81	80	252.22		
39	122.96	81	255.38		
40	126.11	82	258.53		
41	129.26	83	261.68		

Caudal Máx. = 1,135 L/h = 315.28 ml/s



7.3.2 Polímero Catiónico

Se agrega a continuación del sulfato de aluminio (30 centímetros), como ayudante de floculación y neutralizar la energía negativa que los mantiene dispersos a los iones que producen el color (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, etc.). Se agrega al agua para su tratamiento cuando la turbiedad esta mayor o igual a 5UNT y el color mayor a 15 UCV escala Pt/Co.



Dosificador de Polímero Catiónico

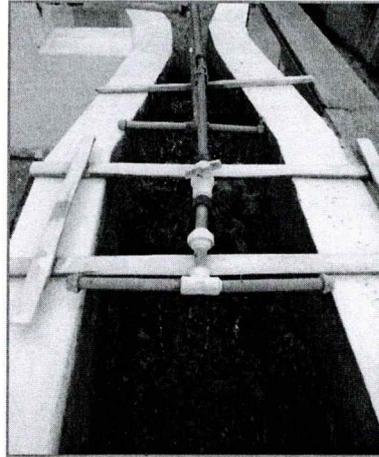


DOSIFICACION DE POLÍMERO CATIONICO					
CALIBRACION DEL DOSIFICADOR DE POLIMERO CATIONICO		CALIBRACION DEL DOSIFICADOR DE POLIMERO CATIONICO		CALIBRACION DEL DOSIFICADOR DE POLIMERO CATIONICO	
% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.	% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.	% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.
0	0	42	12.25	84	24.50
1	0.29	43	12.54	85	24.79
2	0.58	44	12.83	86	25.09
3	0.86	45	13.13	87	25.38
4	1.17	46	13.42	88	25.67
5	1.46	47	13.71	89	25.96
6	1.75	48	14.00	90	26.25
7	2.04	49	14.29	91	26.54
8	2.33	50	14.59	92	26.84
9	2.63	51	14.88	93	27.13
10	2.92	52	15.44	94	27.42
11	3.21	53	15.46	95	27.71
12	3.50	54	15.75	96	28.00
13	3.79	55	16.04	97	28.29
14	4.08	56	16.34	98	28.57
15	4.38	57	16.63	99	28.88
16	4.67	58	16.92	100	29.17
17	4.96	59	17.21		
18	5.25	60	17.5		
19	5.54	61	17.79		
20	5.83	62	18.09		
21	6.13	63	18.38		
22	6.42	64	18.67		
23	6.71	65	18.96		
24	7.00	66	19.25		
25	7.29	67	19.54		
26	7.58	68	19.84		
27	7.88	69	20.13		
28	8.17	70	20.42		
29	8.46	71	20.71		
30	8.75	72	21.00		
31	9.04	73	21.29		
32	9.33	74	21.59		
33	9.63	75	21.88		
34	9.92	76	22.17		
35	10.20	77	22.46		
36	10.50	78	22.75		
37	10.79	79	23.04		
38	11.08	80	23.34		
39	11.38	81	23.63		
40	11.67	82	23.91		
41	11.96	83	24.21		

Caudal Máx. = 105L/h = 29.17ml/s



- **Coagulación:** Proceso mediante el cual se desestabiliza o anula la carga eléctrica de las partículas presentes en una suspensión, mediante la acción del coagulante, para su posterior aglomeración en el floculador. A una distancia de 30 centímetros después de la caída del coagulante se agrega polímero catiónico para tratar el color, que es producido por sustancias orgánicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, etc.)



7.3.3 Medidas del Parshal

A. Inicio del Parshal hasta la Garganta

- Largo: 0.66 metros.
- Ancho mayor: 0.40 metros.
- Ancho menor: 0.15 metros.
- Profundidad total: 0.44 metros.

B. Medidas de la Garganta del Parshal

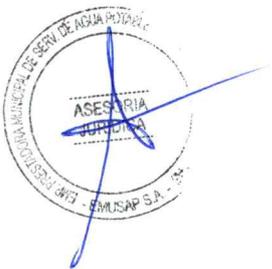
- Largo: 0.28 metros.
- Ancho: 0.15 metros.
- Profundidad total: 0.46 metros

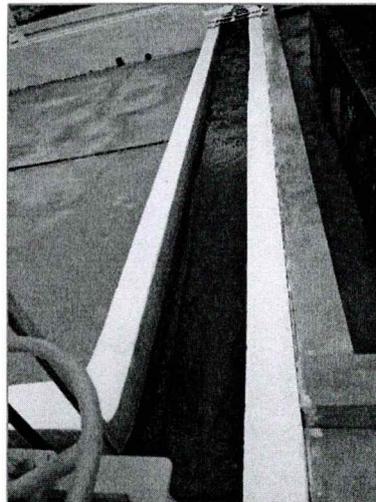
C. Medidas del Término de la Garganta hasta Término del Parshal

- Largo: 0.68 metros.
- Ancho menor: 0.15 metros.
- Ancho mayor: 0.39 metros.
- Profundidad total: 0.62 metros

D. Medidas del canal, del Término del Parshal hasta la compuerta del ingreso del Floculador

- Largo: 6.25 metros.
- Ancho: 0.41 metros.
- Profundidad total: 0.62 metros
- Material de construcción concreto armado.





7.4 Floculador Hidráulico

Estructura diseñada para crear condiciones adecuadas para aglomerar las partículas desestabilizadas en la coagulación y obtener flóculos grandes, pesados que decanten con rapidez y que sean resistentes, se cuenta con un floculador hidráulico con pantallas, de tres compartimientos, material de construcción concreto armado. El floculador es hidráulico, de forma horizontal con 03 compartimientos:

7.4.1 Medidas del Compartimiento N° 1

- Largo: 5.85 metros.
- Ancho: 5.14 metros.
- Profundidad Total: 1.16 metros.
- Profundidad hasta la altura del agua: 1.16 metros.
- Volumen: 34.88 m³.
- N° de pantallas: 26 unidades.
- Ancho de panta a pantalla: 0.22 metros.

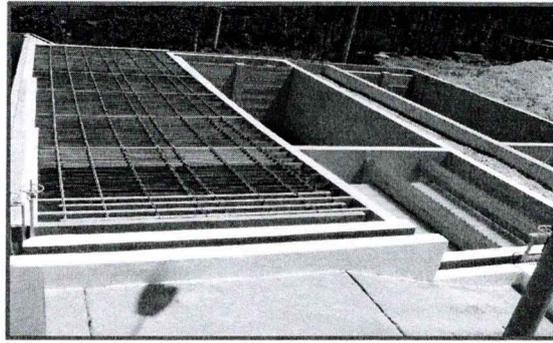
7.4.2 Medidas del Compartimiento N° 2

- Largo: 6.12 metros.
- Ancho: 5.22 metros.
- Profundidad total: 1.19 metros.
- Profundidad hasta la altura del agua: 0.97 metros.
- Volumen: 0.97 m³.
- N° de Pantallas: 23 unidades.
- Ancho de pantalla a pantalla: 0.26 metros

7.4.3 Medidas del Compartimiento N° 3

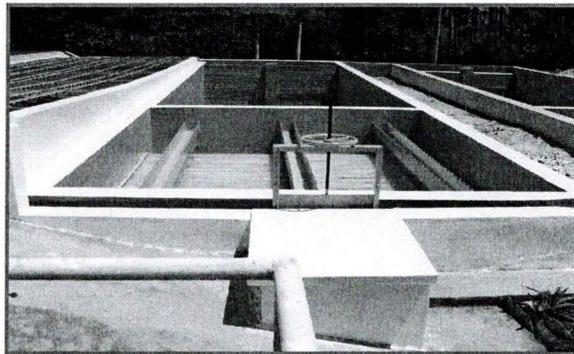
- Largo: 7.35 metros.
- Ancho: 5.39 metros.
- Profundidad total: 1.19 metros.
- Profundidad hasta la altura del agua: 0.78 metros.
- Volumen: 30.99 m³.
- N° de Pantallas: 18 unidades.
- Ancho de pantalla a pantalla: 0.38 metros.





7.5 Decantador Convencional y de Placas Paralelas

Es donde se efectúa el proceso de remoción de partículas discretas por acción de la fuerza de gravedad, se cuenta con un decantador convencional, con su pantalla de distribución al inicio, seguido de un decantador con pantallas paralelas, material de construcción concreto armado.



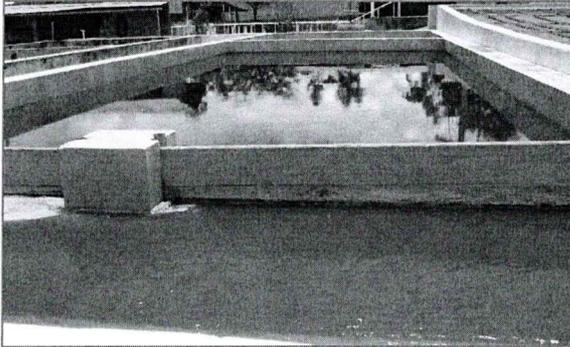
7.5.1 Medidas del Decantador Convencional

- Largo: 13 metros.
- Ancho: 4.93 metros.
- Profundidad Total: 3.32 metros.
- Profundidad hasta la altura del agua: 3.00 metros.
- Volumen: 192.27 m³.
- La pantalla difusora se encuentra a 1.15 metros del ingreso del decantador.

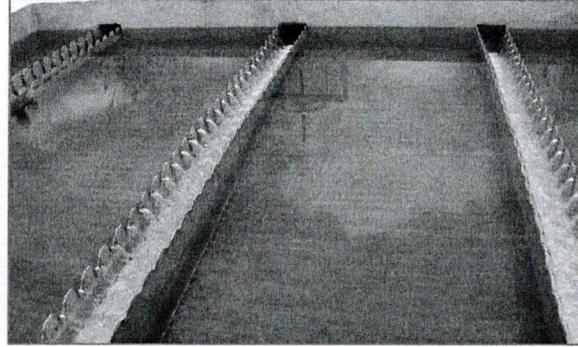
7.5.2 Medidas del Decantador con Pantallas

- Largo: 5.80 metros.
- Ancho: 4.93 metros.
- Profundidad total: 3.32 metros.
- Profundidad hasta la altura del agua: 3.04 metros.
- Volumen: 86.93 m³.
- Numero de pantallas: 75 unidades de vinilona.
- En la parte superior de este decantador se tiene 03 canales de fierro con sus respectivos vertederos donde se recoge el agua decantada que se conduce a los filtros rápidos. Medidas del canal, los tres tienen las mismas medidas:
 - Largo: 5.80 metros.
 - Ancho: 0.25 metros.
 - Profundidad: 0.23 metros.





Sistema de Decantación Convencional



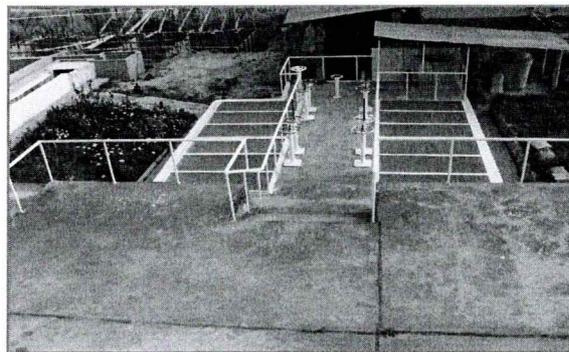
Sistema de Decantación con Pantallas

7.6 Filtros Rápidos

La filtración es un proceso que sirve para remover del agua los sólidos o materia coloidal más fina, que no alcanzo a ser removida en los procesos anteriores, material de construcción concreto armado. Se cuenta con una batería de 04 filtros de taza declinante, de doble lecho filtrante (arena y antracita), cada filtro tiene las siguientes medidas:

- Largo: 2.56 metros.
- Ancho: 1.96 metros y consta de:
 - Material de soporte: 0.45 metros de grava, este material es colocado cima las viguetas.

1/4" – 1/4"	7.5 cm.
1/2" – 1/4"	7.5 cm.
3/4" – 1/2"	7.5 cm.
1" – 3/4"	10 cm.
1 1/2" – 1"	12.5 cm.
 - Material filtrante: 0.30 metros de arena, diámetro efectivo D10: 0.54 mm, D90: 1.41 mm y coeficiente de uniformidad 1.50.
 - Material filtrante: 0.60 metros de antracita, diámetro efectivo D10: 0.93 mm, D90: 2.0 mm y coeficiente de uniformidad 1.50.



7.7 Desinfección

Se realiza para destruir microorganismos perjudiciales a la salud, se efectúa agregando cloro líquido – gaseoso o hipoclorito de calcio al agua. Se cuenta con 02 equipos dosificadores de cloro líquido gaseoso de inyección al vacío y dos equipos dosificadores de hipoclorito de calcio por goteo. Luego de todo el proceso de tratamiento el agua llega al reservorio R-2 de 1,000 m³ donde termina el proceso de tratamiento con el tiempo de contacto mínimo de 30 minutos del cloro con el agua.





8. CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL EMPLEO Y USO DE LOS INSUMOS QUÍMICOS

8.1 Sulfato de Cobre

Se agrega al agua para eliminar organismo de vida libre como: algas, protozoarios, copépodos, rotíferos entre otros, se agrega en forma continua.

8.2 Cal Hidratada

Se agrega al agua para aumentar el pH y la alcalinidad, para obtener una buena coagulación, se agrega cuando el agua cruda ingresa a la PTAP, con turbiedad mayor o igual a 5 UNT y color mayor a 15 UC.

8.3 Sulfato de Aluminio

Se agrega al agua para neutralizar la energía negativa que los mantiene dispersos a las partículas que producen la turbiedad y el color (arcillas, limo, tierra finamente dividida, taninos, etc.) se agrega cuando el agua ingresa a la PTAP, con turbidez mayor o igual a 5 UNT y color mayor de 15 UC.

8.4 Polímero Catiónico

Se agrega a continuación del sulfato de aluminio, como ayudante de floculación y neutralizar la energía negativa que los mantiene dispersos a los iones que producen el color (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, etc.) se agrega cuando el agua cruda ingresa a la PTAP, con turbiedad mayor o igual a 5 UNT y color mayor a 15 UC.

8.5 Policloruro de Aluminio:

Se utilizará como coagulante en reemplazo de sulfato de aluminio

8.6 Cloro Gas

Se agrega al agua para eliminar los microorganismos como: bacterias, virus, hongos, etc., se agrega en forma continua.

8.7 Hipoclorito de Calcio

Se agrega al agua, cuando no se tiene cloro gas en stock, para eliminar toda clase de microorganismo perjudiciales a la salud humana. El orden que se agrega los insumos químicos es:

- A. Primero: Sulfato de Cobre.
- B. Segundo: Cal Hidratada.
- C. Tercero: Sulfato de Aluminio Tipo A.
- D. Cuarto: Polímero Catiónico.
- E. Quinto: Cloro Gas y/Hipoclorito de Calcio 65% - 70%

9. TRATAMIENTO DEL AGUA

En procesos de coagulación existe una dosis óptima que varía en función del pH, la alcalinidad y la concentración de coloides presentes en el agua. Con dosis menores que la óptima no se desestabilizan los coloides y con dosis mayores, se pueden llegar a desestabilizar, lo que deteriora la calidad del agua. En la floculación la dosis óptima (D), el tiempo de retención (T) y el gradiente de velocidad (G) interactúan de acuerdo con la relación $Ge^n = K$, en el cual n y k dependen de cada tipo de agua.

9.1 Medición del Caudal

Tener certeza del caudal de agua cruda que se va a tratar, se debe medir continuamente y con precisión.

9.2 Dosificación de Sulfato de Cobre

Está constituido por 02 tanques de PVC de 1100 litros cada uno, cada uno funciona por separado, donde se preparan la solución cada uno tiene su agitador, están conectados a un pequeño tanque en la parte exterior que funciona como regulador, luego se dosifica en la cámara rompe presión en todo lo ancho. Operación de Puesta en Marcha Preparación del taque de solución al 0.40% y operación de Puesta en Marcha.

9.2.1 Determinar el Volumen Útil (Vu) del tanque de Solución (altura por debajo del rebose)

- Cerrar la válvula de desagüé del tanque de solución.
- Llenar el volumen del tanque.
- Calcular el peso de sulfato de cobre necesario para obtener la concentración óptima.

$$P = Vu \times C$$

P = Peso en kg.

Vu = 1000 litros

C = 0.50% (5000mg/l)

P = (1000l) (5000mg/l) (1gr./1000mg.) (1kg/1000gr.)

P = 5 kg.

- Agregar al tanque el peso calculado de sulfato de cobre.
- Encender el agitador eléctrico hasta que disuelva el sulfato de cobre.
- Iniciar la dosificación agregando en la cámara rompe presión.

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE COBRE EN EL EQUIPO DE JARRAS

EPS: EMUSAP S.R.L. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO ASHPACHACA"

FECHA: 07/01/2019

CAUDAL: 66.93 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.	AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 1 UC.		MEZCLA RAPIDA	FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 1.75 UNT.		Tiempo 5 Seg.	Tiempo de floc. 20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.	Velocidad: 34 rpm. Gradiente.... 0				
Nº	PH	Alcalinidad Total mg/l	Sulfato Cobre mg/l	pH	Color U.C.	Cobre Residual	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	6.95	18.62	0.60			0.22		
2	6.95	18.62	0.80			0.27		
3	6.95	18.62	1.00			0.45		
4	6.95	18.62	1.50			0.49		
5	6.95	18.62	1.80			0.54		
6	6.95	18.62	2.00			0.65		

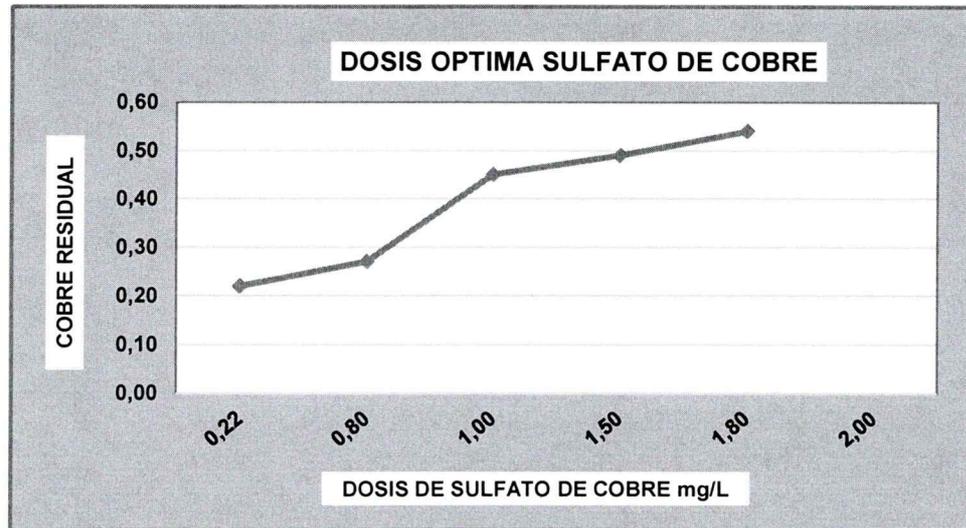
CONCLUSIONES: Dosis óptima de Sulfato Cu: 0.50 mg/l.

FECHA: 07/01/2019

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 1.75 NTU.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 1 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Cobre mg/l (eje X)	Cobre Residual (eje Y)
1	0.60	0.22
2	0.80	0.27
3	1.00	0.45
4	1.50	0.49
5	1.80	0.54
6	2.00	0.65



- Se agrega la dosis óptima de 0.6 mg/l de sulfato de cobre al agua, se solicitó el análisis del agua de la salida de PTAP por un laboratorio acreditado (Baltic Control), el resultado nos arrojó ***“Ausencia de organismo de vida libre como. algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estados evolutivos- agua”***.

➤ **Operación Normal**

Calcular el caudal de solución que se debe aplicar para reproducir la dosis óptima.

$$q = Q * D / C.$$

q = Caudal de la solución.

Q = Caudal de operación de la planta (50 l/seg.).

D = Dosis óptima (mg/l).

C = Concentración óptima 0.50% (5000 mg/l).

$$q = \frac{50 \text{ L/seg} * 0.60 \text{ mg/L}}{5000 \text{ mg/L}} = 0.006 \text{ L/seg}$$

$$q = 6 \text{ ml/seg}$$

- Abrir la válvula de salida de la solución al agua cruda.

9.3 Dosificación Cal Hidratada

Está constituido por un tanque en forma cónica de 1.712 m³ (saturador de cal) y tanque de PVC 1000 metros cúbicos, cada uno funcionan por separado, donde se preparan la solución, cada uno tiene su agitador, están conectados a un pequeño tanque en la parte exterior que funciona como regulador, luego se dosifica en la cámara rompe presión en todo lo ancho.

9.3.1 Preparación del Tanque de Solución de Cal Hidratada al 0.9%

- Determinar el volumen útil (Vu) del tanque de solución (altura por debajo del rebose).
- Cerrar la válvula de desagüe del tanque de solución.
- Llenar el volumen del tanque.
- Calcular el peso de la cal hidratada necesario para obtener la concentración óptima.

$$P = Vu \cdot C$$

P = Peso en kg.

$$Vu = 1/3 \pi h (R^2 + r^2 + Rr)$$

$$\pi = 3.1416$$

$$h = 2.38 \text{ metros}$$

$$R = 0.675 \text{ metros}$$

$$r = 0.25 \text{ metros}$$

$$Vu = 1/3 (3.1416) (2.38m) \times \{(0.675m)^2 + (0.25m)^2 + (0.675m)(0.25m)\}$$

$$Vu = 1.712m^3$$

$$Vu = \text{Volumen útil en litro} = 1712 \text{ L.}$$

$$C = 0.90\% (9000 \text{ mg/l}).$$

$$P = 1712L * 9000 \text{ mg/L} * \frac{1gr}{1000mg} * \frac{1kg}{1000g} = 15.408kg$$

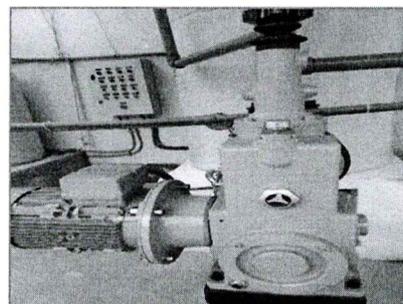
$$P = 15kg$$

Para evitar errores, se estandarizará de manera que el operador agregue una cantidad entera, sin decimales.

- Agregar al tanque el peso calculado de cal hidratada.
- Encender el agitador eléctrico hasta que disuelva la cal hidratada.
- Iniciar la dosificación cuando el floculador esté lleno, abriendo la válvula hasta el caudal descubierto en laboratorio.

9.4 Dosificación de Sulfato de Aluminio

Está constituido por 02 tanques de 2 metros cúbicos donde se prepara la solución, cada uno con su agitador y un dosificador.



Dosificador de Sulfato de Aluminio



9.4.1 Calibración de los Dosificadores de Sulfato de Aluminio

CALIBRACIÓN DEL DOSIFICADOR DE SULFATO DE ALUMINIO	
% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.
0	0
3.17	10
6.34	20
9.52	30
12.69	40
15.86	50
19.03	60
22.20	70
25.37	80
28.55	90
31.72	100
34.68	110
38.06	120
41.23	130
44.40	140

CALIBRACIÓN DEL DOSIFICADOR DE SULFATO DE ALUMINIO	
% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.
47.58	150
50.75	160
53.92	170
57.09	180
60.26	190
63.44	200
66.61	210
69.78	220
72.95	230
76.12	240
79.29	250
82.47	260
85.64	270
88.81	280
95.15	300

Caudal Máx. = 1135L/H = 315.28ml/seg.

9.4.2 Operación de Puesta en Marcha

- Calibración del equipo dosificador de sulfato de aluminio.
- Preparación de solución en el tanque al 2%.
- Cerrar la válvula de desagüe del tanque de solución.
- Determinar el volumen útil (Vu) del tanque de solución (altura por debajo del rebose).
- Si es necesario marcar con pintura el nivel máximo por debajo del cual se tendrá el volumen útil disponible.
- Llenar el 50% del volumen del tanque.
- Calcular el peso del sulfato de aluminio necesario para obtener la concentración óptima.

9.4.3 Cálculo del Peso de Sulfato de Aluminio

Se cuenta con dos (02) tanques de PVC donde se prepara la solución, que se encuentran en el segundo piso, estos trabajan por separado.

$$Vu = \text{Volumen útil} = 2.000 \text{ m}^3.$$

$$C = \text{Concentración } 2\% (20000 \text{ mg/l})$$

$$P = (2000 \text{ L}) (20000\text{mg/L}) (1\text{gr}/1000\text{mg}) (1\text{Kg}/1000\text{gr.}) = 40 \text{ kg.}$$

$$P = 40 \text{ Kg.}$$

Se estandariza el peso, de manera que el operador agregue una cantidad entera.

- Agregar al tanque el peso calculado de sulfato de aluminio y completar el llenado del tanque.
- Encender el agitador eléctrico hasta que todo el sulfato de aluminio se haya disuelto por completo y se obtenga una solución homogénea.



- Iniciar la dosificación cuando el floculador esté lleno.
- No agregar agua al tanque de solución, cuando se encuentre funcionando, porque disminuye la concentración y deteriora la eficiencia de todo el sistema.

9.5 Dosificación de Polímero Catiónico

Está constituido por un tanque de PVC donde se prepara la solución, se dosifica una carga constante.

9.5.1 Operación de Puesta en Marcha

- Preparación del tanque de solución al 0.40%.
- Determinar el volumen útil (Vu) del tanque de solución (altura por debajo del rebose).
- Cerrar la válvula de desagüe del tanque de solución.
- Llenar el volumen del tanque.
- Calcular el peso del polímero catiónico necesario para obtener la concentración óptima.

$$P = Vu \times C$$

P = Peso en kg.

Vu = Volumen útil en litros = 500L.

C = 0.40% (4000 mg/l).

$$P = 500L * 4000 \frac{mg}{L} * \frac{1gr}{1000mg} * \frac{1kg}{1000gr} = 2kg$$

$$P = 2kg$$

- Agregar al tanque el peso calculado de polímero catiónico.
- Agitar la solución con una paleta hasta que todo el polímero catiónico se haya disuelto por completo y se obtenga una solución homogénea.
- Iniciar la dosificación cuando el floculador esté lleno, abriendo la válvula hasta el caudal calculando en laboratorio (prueba de jarras).



10. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE CAL, SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

El objetivo es determinar la dosis optima de estos insumos químicos para producir la más rápida desestabilización de las partículas coloidales, que permita la formación de un floculo grande, compacto y pesado, que pueda ser fácilmente retenido en los decantadores, que no se rompa y traspase los filtros.

10.1 Equipos, Materiales y Reactivos

- Equipo de prueba de jarras con 6 jarras de 1 litro, 6 tomadores de muestra y 6 jeringas hipodérmicas desechables de 10 cm³, con sus agujas.
- Turbidímetro digital.
- Colorímetro digital DR 890, para medir el color, aluminio y cobre.
- Medidor de pH.
- Seis vasitos de 50 y 100 ml de vidrio.
- Coagulante (Sulfato de aluminio)

10.2 Procedimiento

- Determinar la temperatura, turbiedad, color, pH, alcalinidad del agua cruda que se va a evaluar.
- Calcular la cantidad de solución de cal hidratada que se debe agregar a cada jarra

$$P = D \times Q = q \times C$$



- P** = Peso de cal hidratada a aplicar
- D** = Dosis de solución de cal hidratada en mg/l
- Q** = Capacidad de la jarra en litros
- q** = Volumen de solución por aplicar en ml.
- C** = Concentración de la solución en mg/l.

Ejemplo:

Aplicar una dosis de 45 mg/l a una jarra de 2 litro con solución al 0.9 %, calcular el volumen de solución que se debe colocarse en la jeringa

$$q = \frac{45 \text{ mg/l} * 2000 \text{ ml}}{9000 \text{ mg}} = 10 \text{ ml}$$

$$q = 10 \text{ ml.}$$

- El volumen de solución de cal hidratada para el resto de las jarras se calcula con el mismo procedimiento.
- Calcular la cantidad de solución del polímero catiónico que se va a aplicar a cada jarra mediante la ecuación de balance de masas.

$$P = D \times Q = q \times C$$

- P** = Peso del coagulante a aplicar
- D** = Dosis de solución del coagulante en mg/l
- Q** = Capacidad de la jarra en litros
- q** = Volumen de solución por aplicar en ml.
- C** = Concentración de la solución en mg/l.

Ejemplo:

Aplicar una dosis de 80 mg/l a una jarra de 2 litro con solución al 2 %, calcular el volumen de solución que se debe colocarse en la jeringa.

$$q = \frac{80 \text{ mg/l} * 2000 \text{ ml}}{20000 \text{ mg/l}} = 8 \text{ ml}$$

$$q = 8 \text{ ml}$$

- El volumen de solución del polímero catiónico para el resto de las jarras se calcula con el mismo procedimiento.
- Calcular la cantidad del polímero catiónico que se va a aplicar a cada jarra mediante la ecuación de balance de masas.

$$P = D \times Q = q \times C$$

- P** = Peso del del polímero catiónico a aplicar
- D** = Dosis de solución del polímero catiónico en mg/l
- Q** = Capacidad de la jarra en litros
- q** = Volumen de solución por aplicar en ml.
- C** = Concentración de la solución en mg/l.

Ejemplo:

Aplicar una dosis de 0.8 mg/l a una jarra de 2 litro con solución al 0.4 %, calcular el volumen de solución que se debe colocarse en la jeringa.

$$q = \frac{0.8 \text{ mg/l} * 2000 \text{ ml}}{4000 \text{ mg}} = 0.4 \text{ ml.}$$

$$q = 0.4 \text{ ml.}$$



- El volumen de solución de Polímero Catiónico para el resto de las jarras se calcula con el mismo procedimiento. El equipo de jarras debe estar programado de la siguiente manera:
 - Memoria 1 = tiempo: 5 segundos, velocidad = 300 rpm
 - Memoria 2 = tiempo: 20 minutos, velocidad = 40 rpm.

10.3 Realizar el Primer ensayo para determinar la dosis óptima de coagulante al agua con alcalinidad natural (baja)

- Colocar las cantidades del coagulante que se va a aplicar a las jarras en cada vasito, mediante una pipeta succionar el contenido del vasito con una jeringa hipodérmica con la aguja puesta, retirar la aguja, encender el equipo y agregar el coagulante en forma simultánea e instantánea a todas las jarras y en el punto de mayor turbulencia.
- Estar atentos e identificar en que jarra aparece primero la formación de flóculos y anotar el tiempo en que esto ha ocurrido.
- Una vez que el equipo ha concluido con los tiempos de mezcla y floculación, se apaga, automáticamente, se retira las jarras, se deja **sedimentar 10 minutos**.
- Cumplido el tiempo de sedimentación seleccionado, tomar las muestras a 4 centímetros de profundidad del filo de la jarra; de todas las jarras en un volumen aproximado de 30ml, Medir turbiedad, color, pH, aluminio, alcalinidad, etc.
- Se grafican los resultados, se selecciona como dosis óptima aquella que produce menor turbiedad.



Prueba N° 1

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 0.93 UNT
- pH = 7.03
- Color = 96uC.
- Alcalinidad = 27.93 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.1
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃.

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 6000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 7.33
- Alcalinidad = 26.07 mg/l

➤ Dosis óptima de solución de Cal Hidratada =
$$\frac{30 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 22.5 \text{ mg/l}$$



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: " TILACANCHA"

FECHA: 11/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 96 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 0.93 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20mim. Tiempo de sed: 10 min.			N° -----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
N°	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	11.5	48.41	50	22.5		0	0	8.71	17	6.50		
2	11.5	48.41	60	22.5		10	2	7.73	0	1.37		
3	11.5	48.41	70	22.5		4	3	7.18	0	1.45		
4	11.5	48.41	80	22.5		5	2	6.78	0	0.48		
5	11.5	48.41	90	22.5		5	2	6.34	0	0.69		
6	11.5	48.41	100	22.5		5	2	6.11	0	0.85		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato: 80mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.5 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.20 mg/L

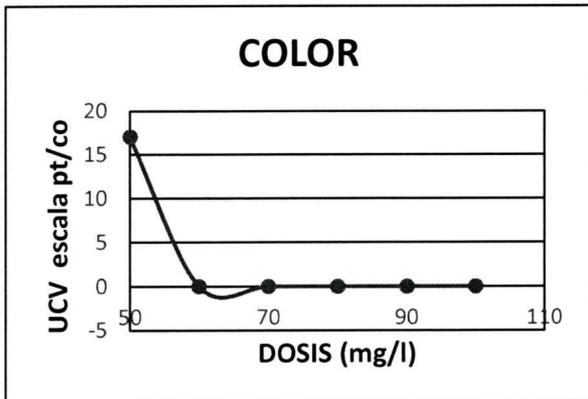
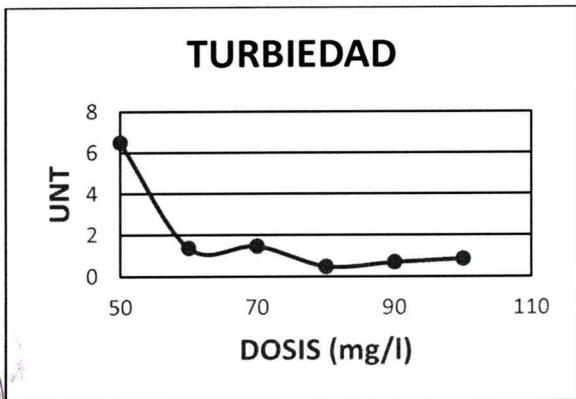
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 11/12/2024
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 0.93 NTU.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 96 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	6.5
2	60	1.37
3	70	1.45
4	80	0.48
5	90	0.69
6	100	0.85



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 40 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.95
- Alcalinidad = 48.41 mg/l

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 18.75 \text{ mg/l}$



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA "

FECHA: 11/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 96 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 0.93 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20mim. Tiempo de sed: 10 min.			N° -----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente... 0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.95	48.41	60	30		3	6	6.94	12	0.24		
2	9.95	48.41	65	30		2.5	4	7.08	58	0.32		
3	9.95	48.41	70	30		2	4	7.09	46	0.43		
4	9.95	48.41	75	30		4	4	7.12	42	0.48		
5	9.95	48.41	80	30		6	2	7.11	46	0.55		
6	9.95	48.41	85	30		12	2	6.98	64	0.53		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 60 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 30 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.186 mg/L

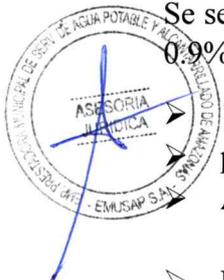
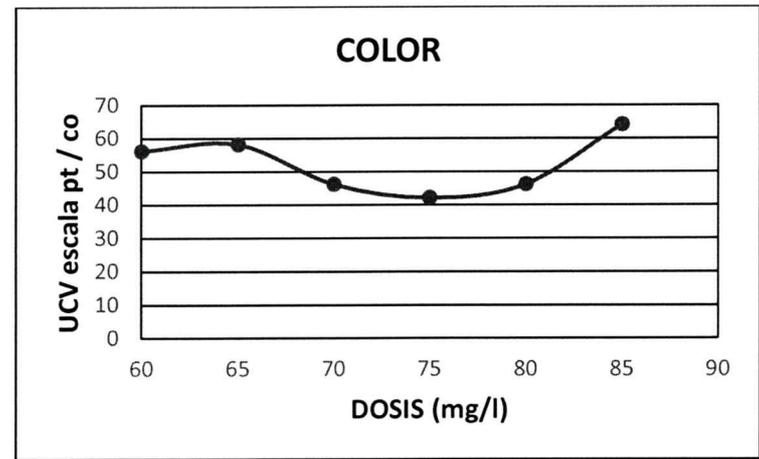
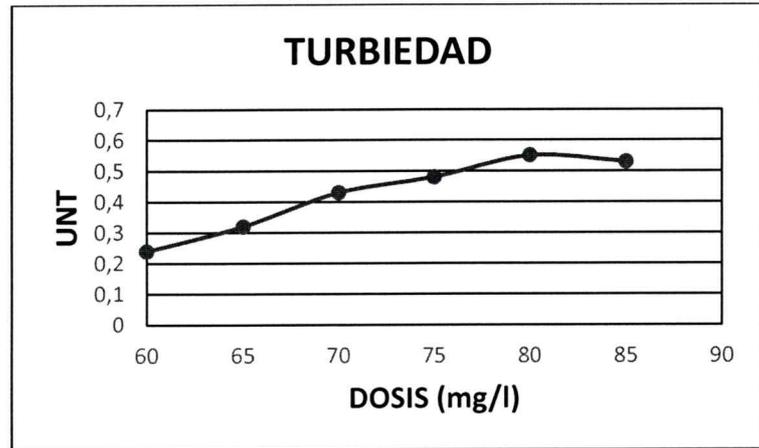
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 11/12/2024
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 0.93 NTU.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 96 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	60	0.24
2	65	0.32
3	70	0.43
4	75	0.48
5	80	0.55
6	85	0.53



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

12000 ml + 50 ml de solución de la cal al 0.9%
pH = 10.19
Alcalinidad = 42.83 mg/l

$$50 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{50 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 37.5 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 11/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 96 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 0.93 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			N° -----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente: 0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	10.19	42.83	55	37.5		0.50	2	8.84	166	7.03		
2	10.19	42.83	60	37.5		1.50	2	8.83	157	6.68		
3	10.19	42.83	65	37.5		2.00	2	8.74	154	15.11		
4	10.19	42.83	70	37.5		10.0	2	8.72	157	5.72		
5	10.19	42.83	75	37.5		5.00	4	8.58	87	0.90		
6	10.19	42.83	80	37.5		3.10	4	8.40	113	0.34		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 80mg/l

Dosis óptima de Cal Hidratada: 37.5 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.205 mg/L

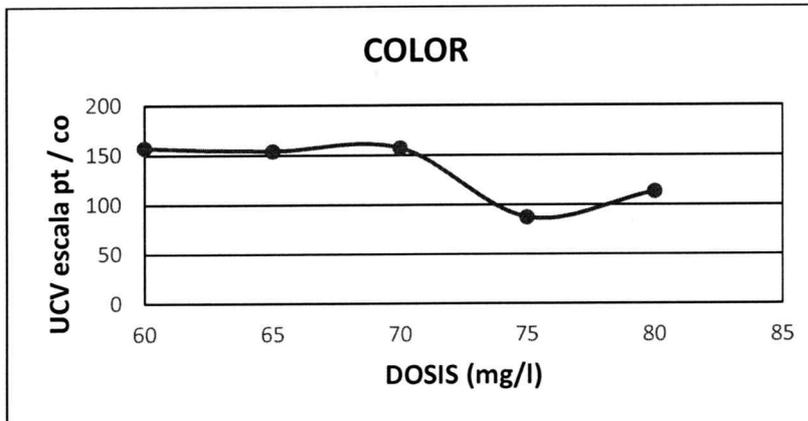
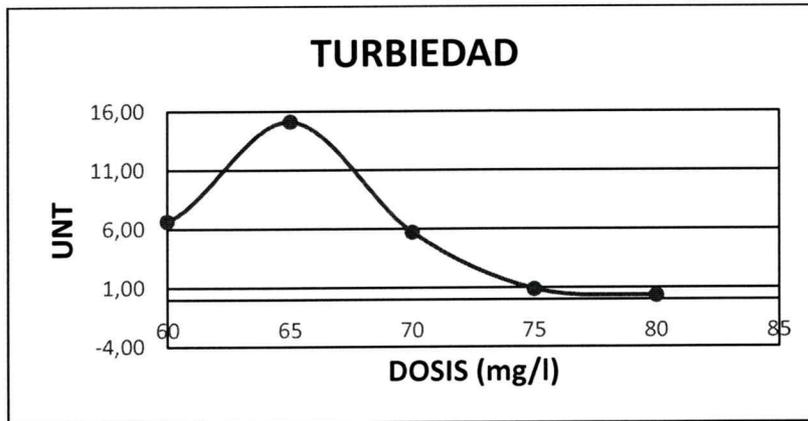
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 11/12/2024
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 96 NTU.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 0.93 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	55	7.03
2	60	6.68
3	65	15.11
4	70	5.72
5	75	0.90
6	80	0.34



Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 7.91, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico.

- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
 - 12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%
 - pH = 10.62
 - Alcalinidad = 42.83 mg/l
- $$\text{Dosis optima de solución de Cal Hidratada} = \frac{25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 18.75 \text{ mg/l}$$

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 4 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 11/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 96 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 0.93 UNT.		Tiempo 5 Seg.			1000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			N° -----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.....0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indicé de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	10.62	42.83	45	18.75	1	3.00	6	6.99	14	0.45		
2	10.62	42.83	50	18.75	1.1	3.10	6	7.23	2	0.21		
3	10.62	42.83	55	18.75	1.2	3.15	10	7.27	1	0.23		
4	10.62	42.83	60	18.75	1.3	6.00	8	7.30	0	0.31		
5	10.62	42.83	65	18.75	1.4	10.00	8	7.28	0	0.28		
6	10.62	42.83	70	18.75	1.10	12.00	8	7.31	0	0.56		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: **50 mg/l.**

Dosis óptima de Cal Hidratada: **22.5 mg/l.**

Dosis óptima de Polímero Catiónico: **0.70 mg/l**

Aluminio Residual: **0.185 mg/L**

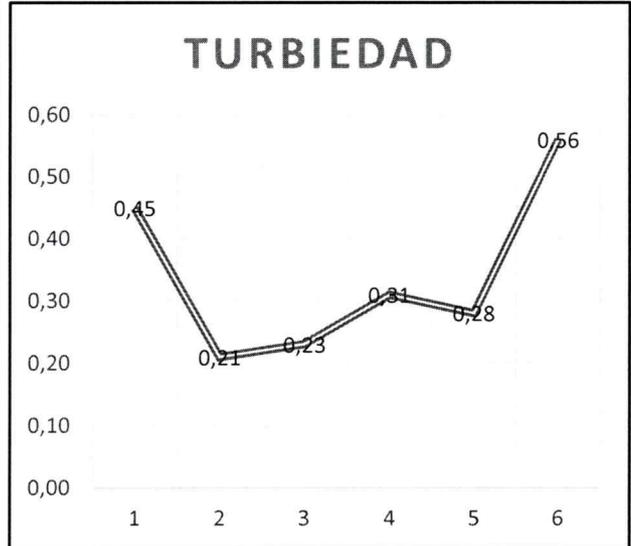
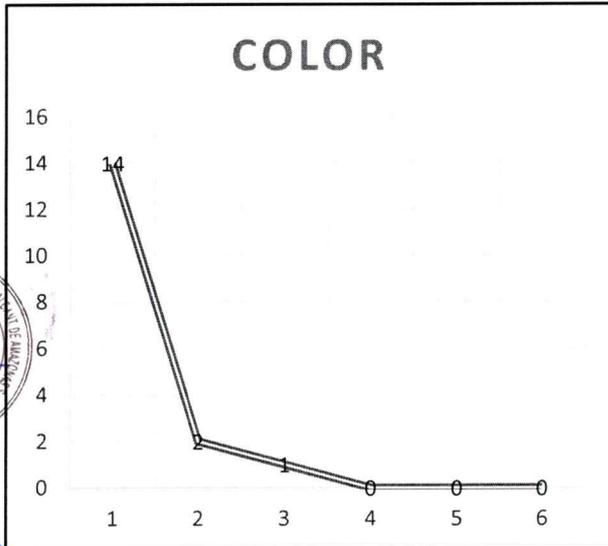
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidad. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 11/12/2024
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 0.93 NTU.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 96 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	45	0.24
2	50	0.21
3	55	0.23
4	60	0.31
5	65	0.28
6	70	0.33



Prueba N° 2

Características del agua cruda

- Turbiedad = 4.69 UNT
- pH = 7.19
- Color = 125 uC.
- Alcalinidad = 20.48 mg/l.
- Temperatura = 12.8
- Dureza = 33.85

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 40 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 10.40
- Alcalinidad = 54 mg/l

$$40 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{40 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 30 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 12/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 125 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.69 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20mm. Tiempo de sed: 10 min.			N° ----	
AS	Dureza: 38.09 mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente... 0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	10.4	54	60	30		8.00	2	8.20	12.5	6.74		
2	10.4	54	65	30		3.40	8	7.12	8	1.06		
3	10.4	54	70	30		3.00	10	7.15	7.1	1.05		
4	10.4	54	75	30		2.05	10	6.98	6.25	0.75		
5	10.4	54	80	30		2.00	8	6.99	0	0.42		
6	10.4	54	85	30		2.10	4	7.10	0	0.50		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 80 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 30 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.110 mg/L

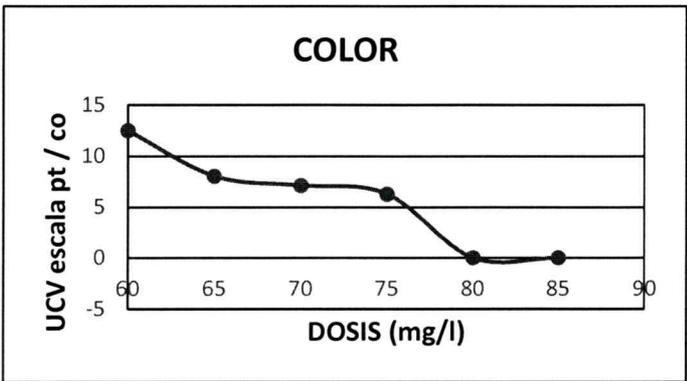
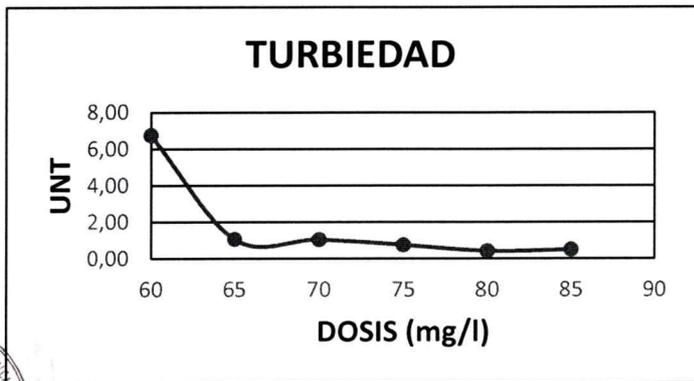
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 12/12/2024
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.69 NTU.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 125 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	60	6.74
2	65	1.06
3	70	1.05
4	75	0.75
5	80	0.42
6	85	0.50



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 50 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 11.10
- Alcalinidad = 39.1 mg/l



Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{50 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 37.5 mg/l



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 12/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 125 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.69 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: 38.09 mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	11.1	39.1	50	37.5		3.05	2	8.63	187	8.42		
2	11.1	39.1	55	37.5		3.10	2	8.75	190	7.29		
3	11.1	39.1	60	37.5		3.15	2	8.73	184	6.84		
4	11.1	39.1	65	37.5		3.00	4	8.64	173	5.20		
5	11.1	39.1	70	37.5		2.50	8	8.41	64	0.60		
6	11.1	39.1	75	37.5		2.70	8	8.37	54	0.88		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 70 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 37.5 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.231 mg/L

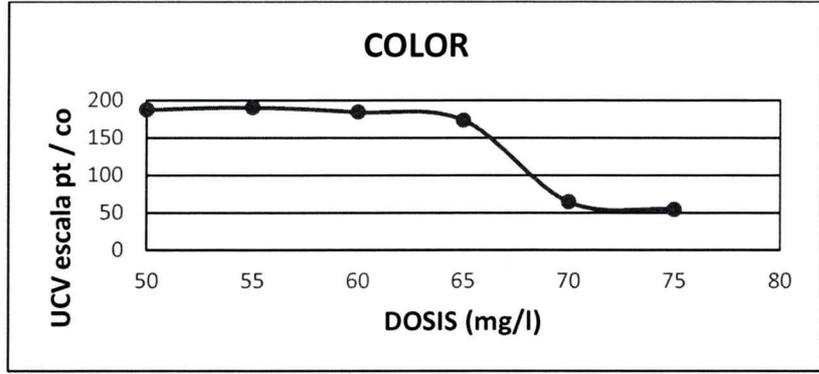
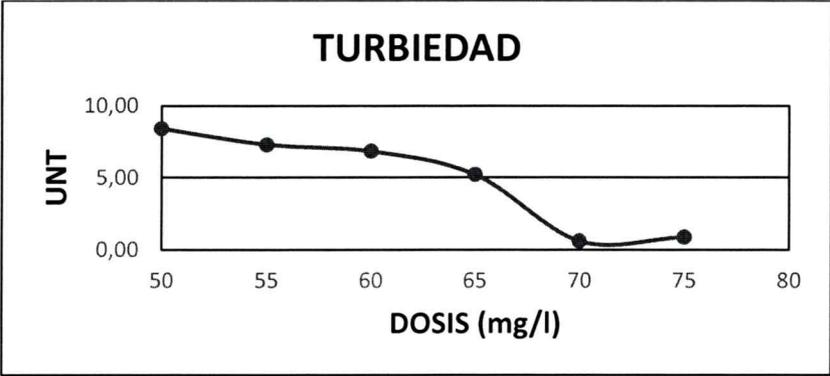
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 12/12/2024
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.69 NTU.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 125 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	8.42
2	55	7.29
3	60	6.84
4	65	5.20
5	70	0.60
6	75	0.88



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

➤ 6000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%

➤ pH = 9.50

➤ Alcalinidad = 39.10 mg/l

$$30 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

➤ Dosis óptima de solución de Cal Hidratada = $\frac{30 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 22.5 mg/l



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 13/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 125 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.69 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: 38.09 mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.50	39.10	50	22.5		5.12	2	8.63	163	8.14		
2	9.50	39.10	55	22.5		4.15	2	8.75	116	6.12		
3	9.50	39.10	60	22.5		2.18	2	8.73	45	1.05		
4	9.50	39.10	65	22.5		3.25	4	8.64	48	3.18		
5	9.50	39.10	70	22.5		4.36	8	8.41	110	4.20		
6	9.50	39.10	75	22.5		5.10	8	8.37	188	7.16		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 60 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.5 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

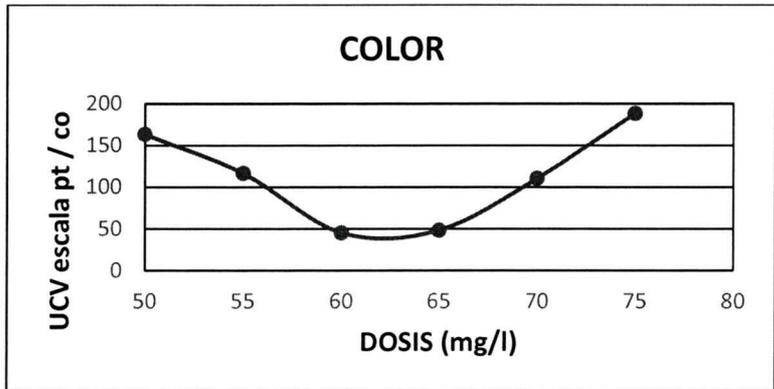
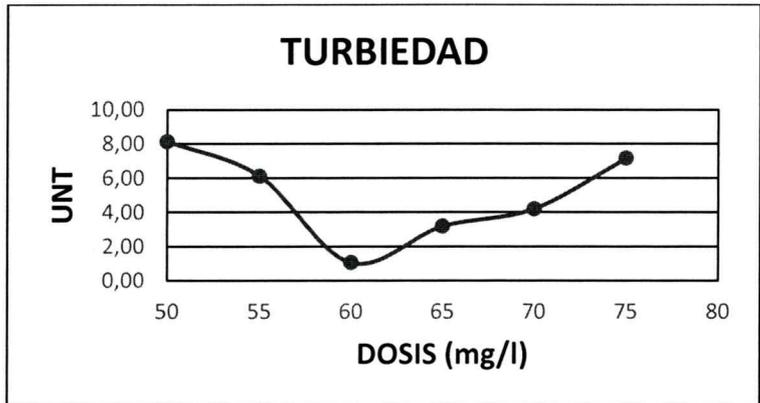
Aluminio Residual: 0.218 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 13/12/2024		
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.69 NTU.		
COLOR DEL AGUA CRUDA = 125 UC.		
JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	8.14
2	55	6.12
3	60	1.05
4	65	3.18
5	70	4.20
6	75	7.16



Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 7.91, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico.

➤ Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%

pH = 10.40

Alcalinidad = 39.10 mg/l

30 ml x 9000 mg/l

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{30 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 22.5 mg/l



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 4 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 13/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 125 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.69 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: 38.09 mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	10.40	39.10	55	22.25	1.1	3.05	2	8.63	7	2.05		
2	10.40	39.10	60	22.25	1.2	3.10	2	8.75	0	0.44		
3	10.40	39.10	65	22.25	1.3	3.15	2	8.73	0	0.49		
4	10.40	39.10	70	22.25	1.4	3.00	4	8.64	6	2.10		
5	10.40	39.10	75	22.25	1.5	2.50	8	8.41	8	3.15		
6	10.40	39.10	80	22.25	1.6	2.70	8	8.37	112	4.35		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: **60 mg/l.**

Dosis óptima de Cal Hidratada: **30 mg/l.**

Dosis óptima de Polímero Catiónico: **0.90 mg/l**

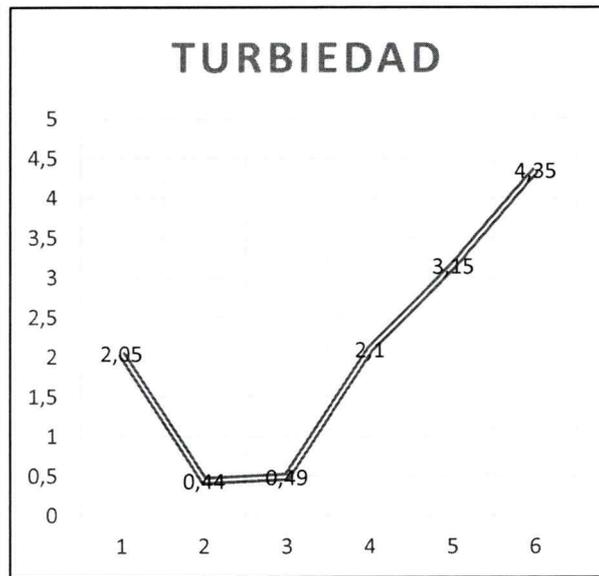
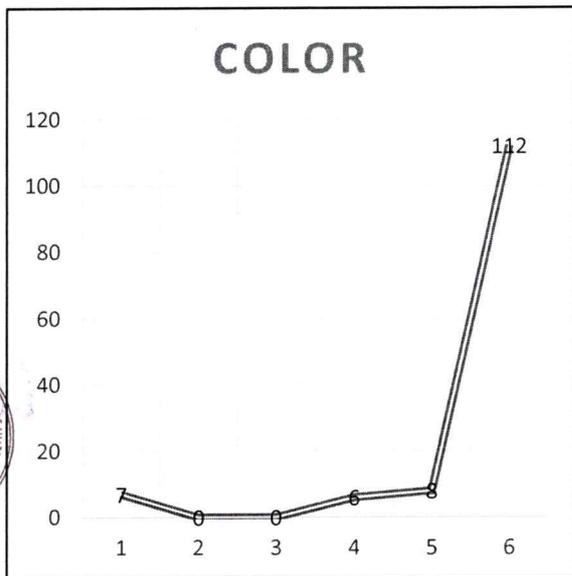
Aluminio residual: **0.197**

INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 13/12/2024		
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.69NTU.		
COLOR DEL AGUA CRUDA = 125 UC.		
JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	55	2.05
2	60	0.44
3	65	0.49
4	70	2.10
5	75	3.15
6	80	4.35



Prueba N° 3

Características del agua cruda

- Turbiedad = 2.01 UNT
- pH = 7.21
- Color = 58 uC.
- Alcalinidad = 18.62 mg/l.
- Temperatura = 14.2
- Dureza = 44.43

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

➤ 12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%

- pH = 8.86
- Alcalinidad = 37.24 mg/l

$$25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 18.75mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"

FECHA: 18/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 58 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 2.01 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc.20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	8.86	37.24	40	18.75	-	3.05	0	7.18	112	1.82		1
2	8.86	37.24	45	18.75	-	3.10	0	7.15	50	1.89		2
3	8.86	37.24	50	18.75	-	3.15	0	7.13	28	1.43		3
4	8.86	37.24	55	18.75	-	3.00	0	7.11	0	0.69		4
5	8.86	37.24	60	18.75	-	2.50	2	7.06	22	0.88		5
6	8.86	37.24	65	18.75	-	2.70	2	7.09	42	0.92		6

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 55mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 18.75 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l.

Aluminio Residual: 0.215 mg/L

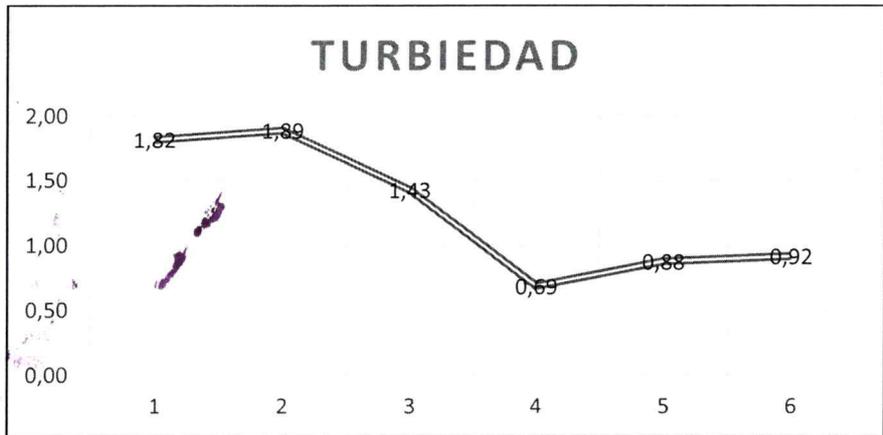
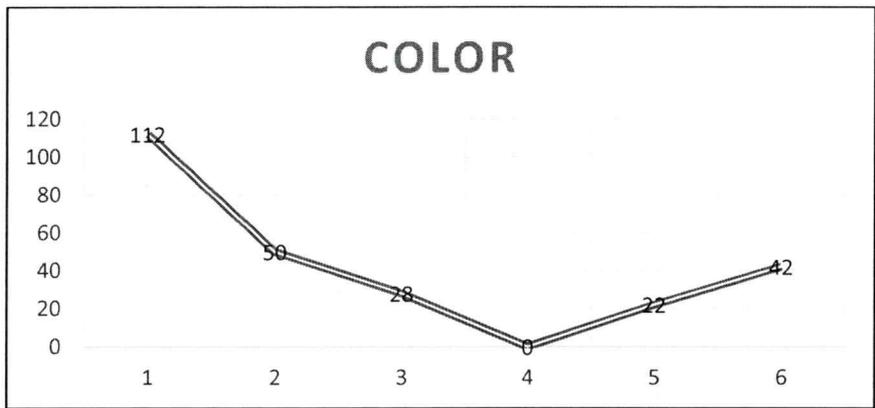
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 18/12/2024
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 2.01 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 58 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	1.82
2	45	1.89
3	50	1.43
4	55	0.69
5	60	0.88
6	65	0.92



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.



- 12000 ml + 20 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.45
- Alcalinidad = 40.96 mg/l

$$20 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{\text{-----}}{12000 \text{ ml}}$ = 15 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA - BARRETACUCHO"

FECHA: 18/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 58 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 2.01 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.45	40.96	40	20.25	-	3.05	0	7.18	89	1.82	1	
2	9.45	40.96	45	20.25	-	3.10	0	7.15	25	1.89	2	
3	9.45	40.96	50	20.25	-	3.15	0	7.13	0	0.69	3	
4	9.45	40.96	55	20.25	-	3.00	0	7.11	19	0.81	4	
5	9.45	40.96	60	20.25	-	2.50	2	7.06	38	0.98	5	
6	9.45	40.96	65	20.25	-	2.70	2	7.09	42	1.12	6	

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 50mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 20.25mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.195 mg/L

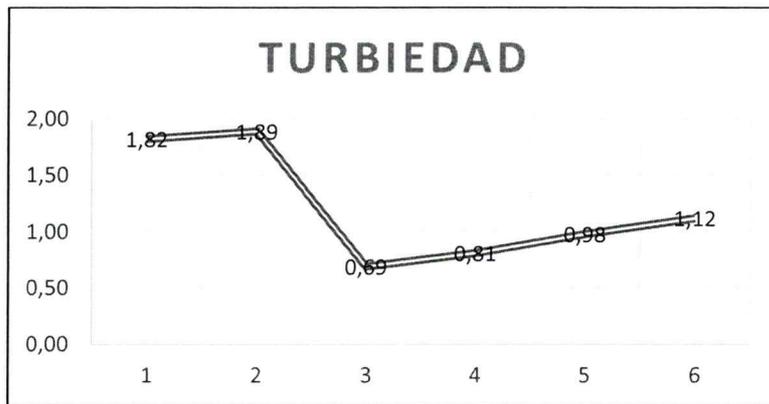
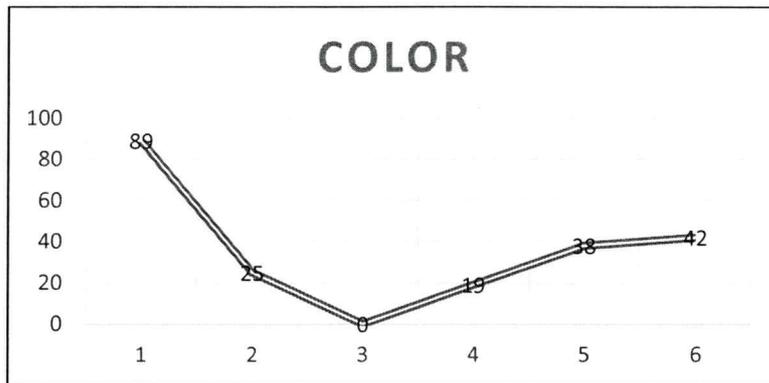
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

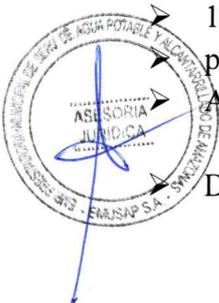


FECHA: 18/12/2024
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 2.01 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 58 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	1.82
2	45	1.89
3	50	0.69
4	55	0.81
5	60	0.98
6	65	1.12



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.



12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%

pH = 8.35

Alcalinidad = 44.68 mg/l

30 ml X 9000 mg/l

Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{30 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 22.5 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA - BARRETACUCHO"

FECHA: 18/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 58 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 2.01 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.82	44.68	35	22.50	-	3.05	0	7.18	86	1.82		1
2	9.82	44.68	40	22.50	-	3.10	0	7.15	35	1.89		2
3	9.82	44.68	45	22.50	-	3.15	0	7.13	0	0.69		3
4	9.82	44.68	50	22.50	-	3.00	0	7.11	25	0.92		4
5	9.82	44.68	55	22.50	-	2.50	2	7.06	66	1.12		5
6	9.82	44.68	60	22.50	-	2.70	2	7.09	88	2.28		6

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 45 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.50 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.189 mg/L

0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.

2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.

4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).

6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.

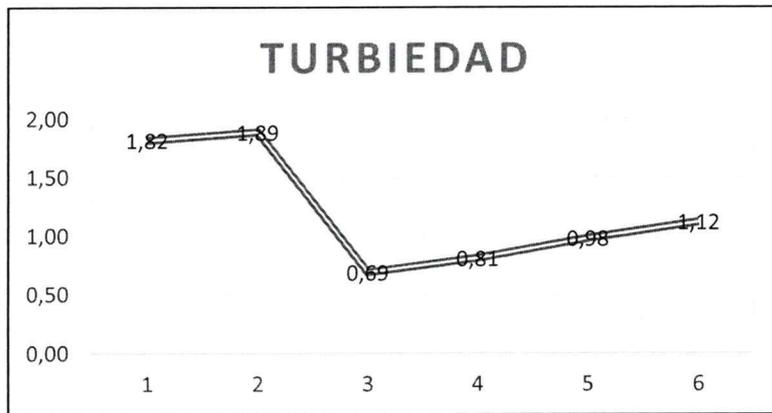
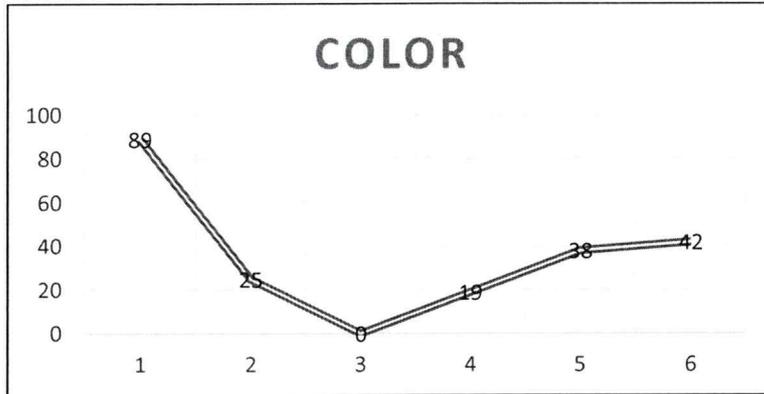
8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.

10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

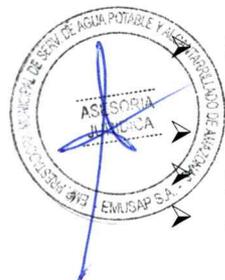


FECHA: 18/12/2024
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 58 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 64 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	35	1.82
2	40	1.89
3	45	0.69
4	50	0.92
5	55	1.12
6	60	2.28



Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 8.35, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico al 0.40%



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

12000 ml + 20 ml de solución de la cal al 0.9%

pH = 9.45

Alcalinidad = 40.96 mg/l

$$20 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{20 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 15 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 4 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA - BARRETACUCHO"

FECHA: 18/12/2024

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 58 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 2.01 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.45	40.96	40	15.00	0.50	3.05	0	7.18	112	1.89		
2	9.45	40.96	45	15.00	0.60	3.10	0	7.15	35	1.82		
3	9.45	40.96	50	15.00	0.70	3.15	0	7.13	0	0.69		
4	9.45	40.96	55	15.00	0.80	3.00	0	7.11	28	0.92		
5	9.45	40.96	60	15.00	0.90	2.50	2	7.06	66	1.58		
6	9.45	40.96	65	15.00	1	2.70	2	7.09	102	1.95		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: **50 mg/l.**

Dosis óptima de Cal Hidratada: **20.25 mg/l.**

Dosis óptima de Polímero Catiónico: **1.10 mg/l**

Aluminio Residual: **0.135 mg/L**

0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.

2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.

4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).

6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.

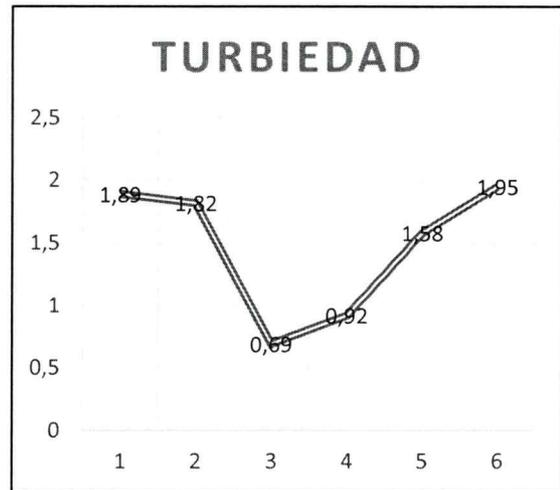
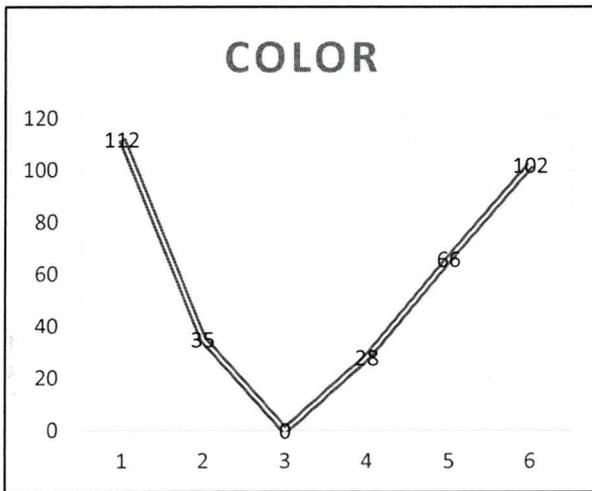
8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.

10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 18/12/2024
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 2.01 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 58 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	1.82
2	45	1.89
3	50	0.69
4	55	0.87
5	60	0.92
6	65	1.95



Prueba N° 4

Características del agua cruda

Turbiedad = 11.09 UNT

pH = 7.16

Color = 126 uC.

- Alcalinidad = 16.75 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.8
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

➤ 12000 ml + 20 ml de solución de la cal al 0.9%

pH = 9.15

Alcalinidad = 40.96 mg/l

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{20 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{6000 \text{ ml}}$ = 15 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 16/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 58 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 2.01 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc....20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.15	40.96	50	15.00	-	1.55	8	6.98	18	0.88		
2	9.15	40.96	60	15.00	-	5.00	8	6.89	36	1.16		
3	9.15	40.96	70	15.00	-	5.05	2	6.48	38	9.80		
4	9.15	40.96	80	15.00	-	5.10	2	5.96	48	10.80		
5	9.15	40.96	90	15.00	-	5.15	2	5.45	56	11.60		
6	9.15	40.96	100	15.00	-	7.00	4	4.97	52	12.70		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: **50 mg/l.**

Dosis óptima de Cal Hidratada: **20.25 mg/l.**

Dosis óptima de Polímero Catiónico: **1.10 mg/l**

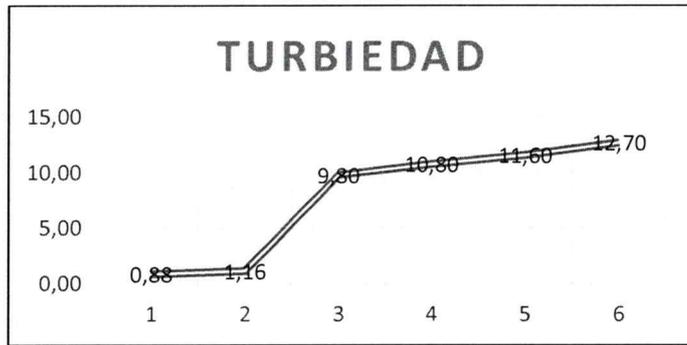
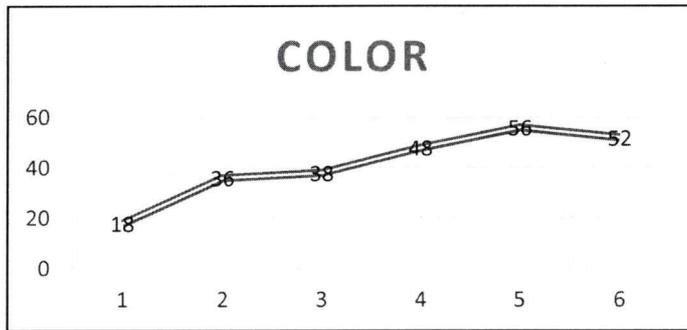
Aluminio Residual: **0.135 mg/L**

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 16/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 11.09 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 126 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	0.88
2	60	1.16
3	70	9.80
4	80	10.80
5	90	11.60
6	100	12.70



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9% de cal, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH =
- Alcalinidad = mg/l

$$\text{Dosis optima de solución de Cal Hidratada} = \frac{25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 18.75 \text{ mg/l}$$



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 17/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 126 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 11.09 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20mim. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: 35.97 mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.45	42.86	45	18.75	-	5.00	8	7.92	136	9.59		
2	9.45	42.86	50	18.75	-	5.00	8	7.83	123	7.50		
3	9.45	42.86	55	18.75	-	4.30	2	7.76	66	4.24		
4	9.45	42.86	60	18.75	-	3.30	2	7.64	0	0.70		
5	9.45	42.86	65	18.75	-	3.00	2	7.53	0	1.26		
6	9.45	42.86	70	18.75	-	3.35	4	7.46	0	1.46		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 60 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 18.75 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.084 mg/L

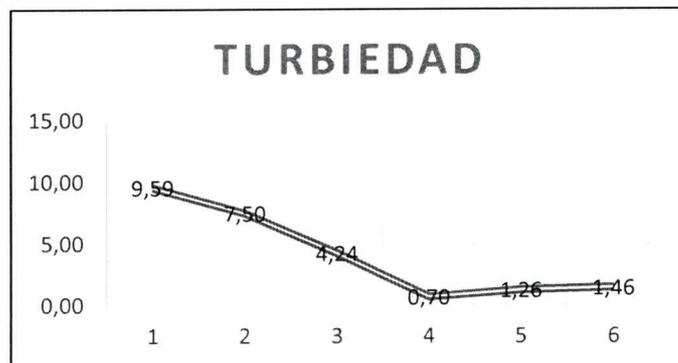
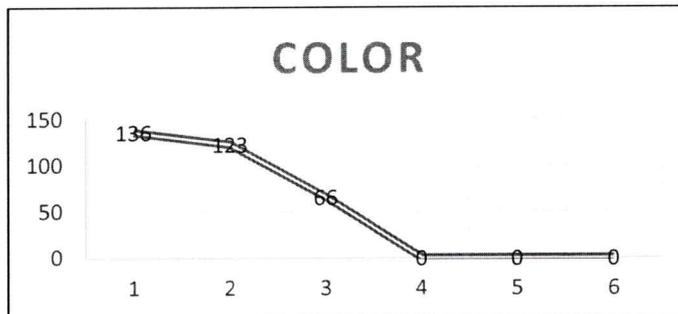
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - FLOC coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. FLOC muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. FLOC bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

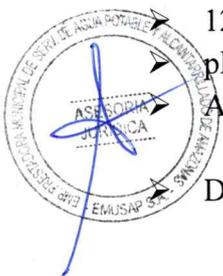


FECHA: 17/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 11.09 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 126UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	45	9.59
2	50	7.50
3	55	4.24
4	60	0.70
5	65	1.26
6	70	1.46



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.



12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%

pH = 9.64

Alcalinidad = 46.55mg/l

30 ml X 9000 mg/l

Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{30 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 22.5 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 17/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 126 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 11.09 NTU.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: 35.97 mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.A. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.64	46.55	40	22.50	-	4.25	2	7.81	146	5.83		
2	9.64	46.55	45	22.50	-	4.30	2	7.41	167	6.96		
3	9.64	46.55	50	22.50	-	3.00	8	7.21	19	0.68		
4	9.64	46.55	55	22.50	-	2.08	10	7.13	9	0.79		
5	9.64	46.55	60	22.50	-	2.10	10	7.07	5	0.42		
6	9.64	46.55	65	22.50	-	2.15	10	7.09	2	0.55		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: **60 mg/l.**

Dosis óptima de Cal Hidratada: **22.5 mg/l.**

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: **0.111 mg/L**

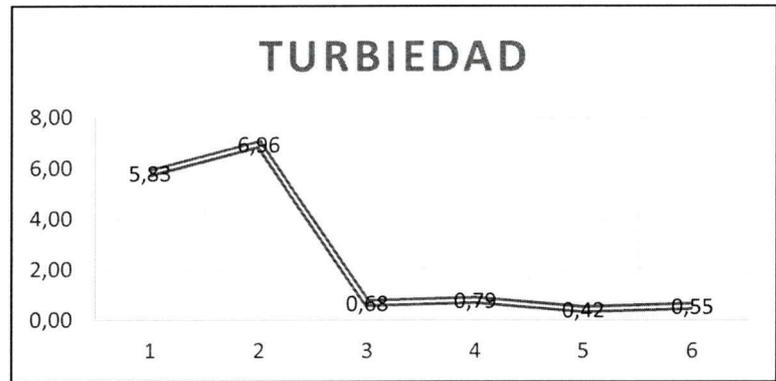
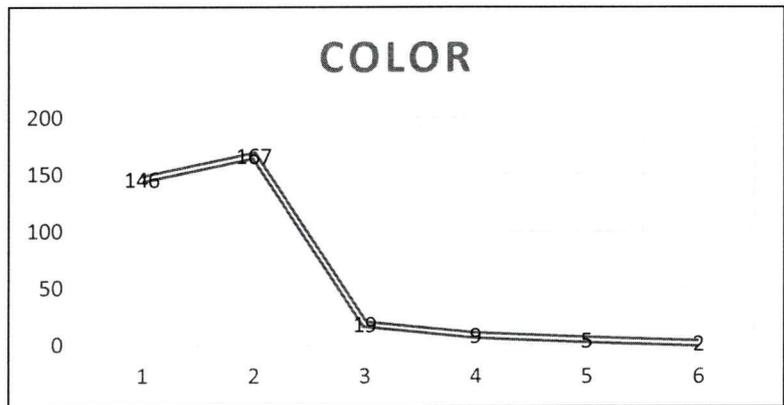
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 17/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 11.09 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 126 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	5.83
2	45	6.96
3	50	0.68
4	55	0.79
5	60	0.42
6	65	0.55



Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 8.20, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico al 0.40%

➤ Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

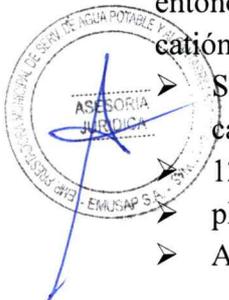
➤ 12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%

➤ pH = 9.64

➤ Alcalinidad = 46.55 mg/l

30 ml x 9000 mg/l

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{30 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 22.50mg/l



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 4 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONA

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA - BARRETACUCHO"

FECHA: 17/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 126 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 11.09 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20mim. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: 35.97 mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.64	46.55	40	22.50	0.90	2.00	2	7.11	52	6.70		
2	9.64	46.55	45	22.50	1.00	2.01	2	7.02	42	6.17		
3	9.64	46.55	50	22.50	1.10	2.02	8	6.53	35	5.17		
4	9.64	46.55	55	22.50	1.20	2.05	10	6.46	8	0.52		
5	9.64	46.55	60	22.50	1.30	2.01	10	6.41	28	1.52		
6	9.64	46.55	65	22.50	1.40	2.15	10	6.39	40	1.45		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: **55 mg/l.**

Dosis óptima de Cal Hidratada: **22.50 mg/l.**

Dosis óptima de Polímero Catiónico: **0.90 mg/l**

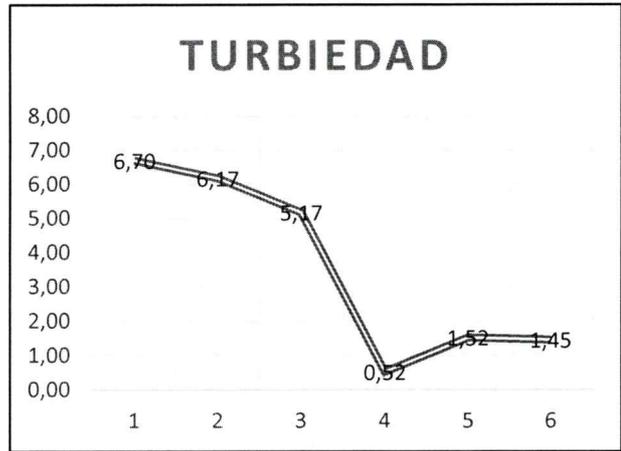
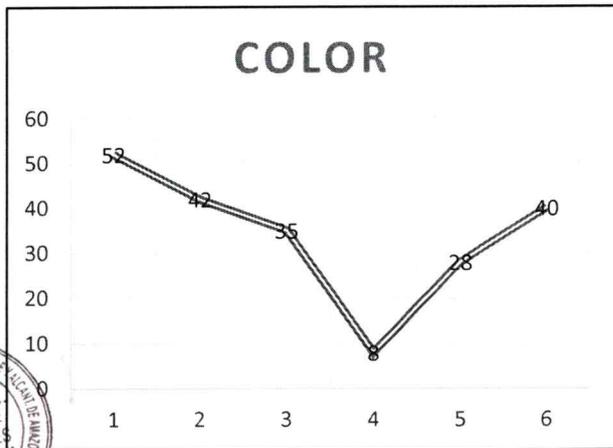
Aluminio Residual: **0.135 mg/L**

INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 17/01/2025		
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 11.09 UNT.		
COLOR DEL AGUA CRUDA = 126 UC.		
JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	6.70
2	45	6.17
3	50	5.17
4	55	0.52
5	60	1.52
6	65	1.45



Prueba N° 5

Características del agua cruda

- Turbiedad = 3.93 UNT
- pH = 7.13
- Color = 59 uC.
- Alcalinidad = 20.48 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.2°C
- Dureza = 33.55 mg/l CaCO₃

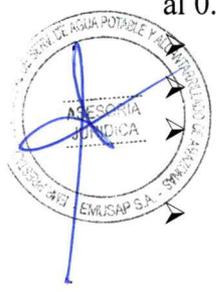
Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

12000 ml + 15 ml de solución de la cal al 0.9%

pH = 8.25

Alcalinidad = 37.24 mg/l

$$\text{Dosis optima de solución de Cal Hidratada} = \frac{15 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 11.25 \text{ mg/l}$$



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 29/01/2025

CAUDAL: 48.35 lps

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 59 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 3.93 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc...20mim. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza:33.85 mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	8.25	37.24	40	11.25	-	5.00	10	7.18	18	0.91		
2	8.25	37.24	45	11.25	-	5.15	10	7.21	2	0.77		
3	8.25	37.24	50	11.25	-	5.30	10	7.22	0	0.66		
4	8.25	37.24	55	11.25	-	6.00	8	7.19	5	1.53		
5	8.25	37.24	60	11.25	-	6.05	2	7.15	98	5.93		
6	8.28	37.24	65	11.25	-	6.10	2	7.13	100	7.23		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 50 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 11.25 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: **0.203 mg/L**

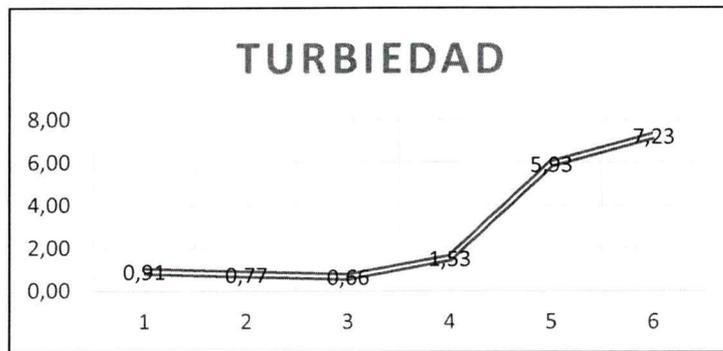
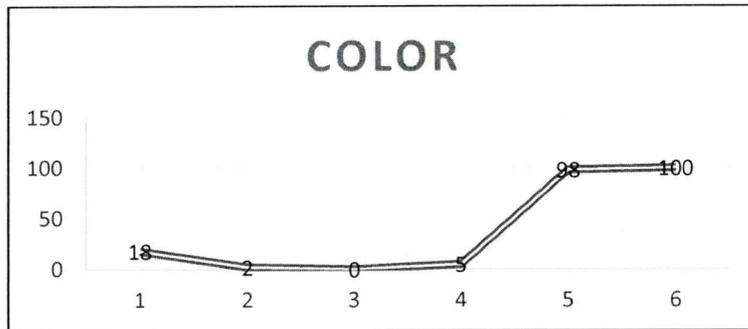
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 19/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.93 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 59 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	0.91
2	45	0.77
3	50	0.66
4	55	1.53
5	60	5.93
6	65	7.23



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

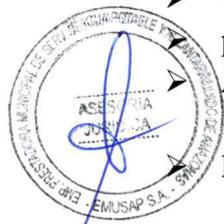
- 12000 ml + 20 ml de solución de la cal al 0.9%

pH = 8.78

Alcalinidad = 42.82 mg/l

20 ml X 9000 mg/l

Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{20 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 15 mg/l



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 5/03/2020

CAUDAL: 48.35lps.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 59 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 3.93 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: 33.55 mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	8.78	42.82	40	15.00	-	2.30	8	7.15	2	0.70		
2	8.78	42.82	45	15.00	-	2.00	10	7.20	0	0.43		
3	8.78	42.82	50	15.00	-	2.08	10	7.22	0	0.38		
4	8.78	42.82	55	15.00	-	2.10	8	7.20	0	0.51		
5	8.78	42.82	60	15.00	-	2.15	8	7.17	0	0.36		
6	8.78	42.82	65	15.00	-	3.00	8	7.14	2	0.73		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 50 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 15 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.289 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.

2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.

4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).

6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.

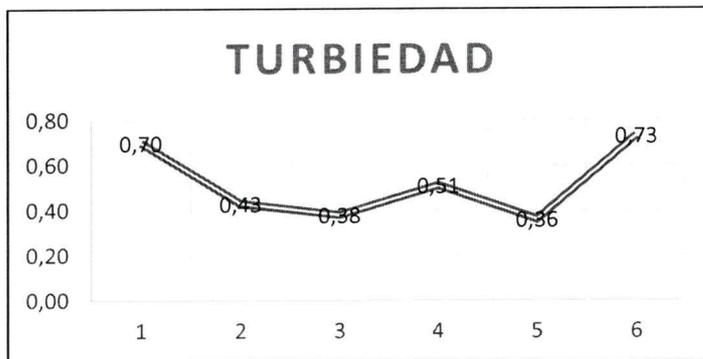
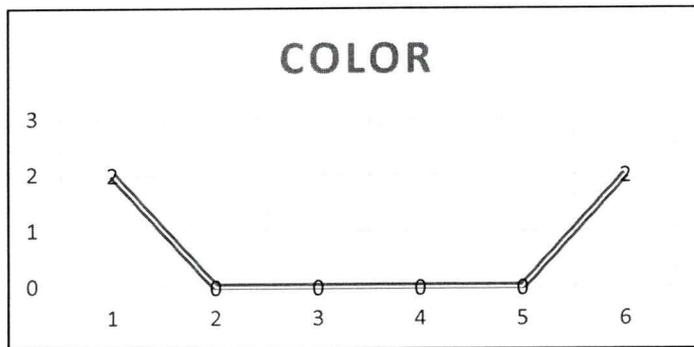
8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.

10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 19/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.93 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 59 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	0.70
2	45	0.43
3	50	0.38
4	55	0.51
5	60	0.36
6	65	0.73



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 8.05
- Alcalinidad = 46.55 mg/l

$$\text{Dosis optima de solución de Cal Hidratada} = \frac{30 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 22.50 \text{ mg/l}$$



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 30/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 59 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 3.93 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	8.05	46.55	40	22.50		1.15	2	8.19	60	5.30		
2	9.05	46.55	45	22.50		1.10	2	8.40	93	4.75		
3	9.09	46.55	50	22.50		0.50	2	8.53	72	4.80		
4	9.05	46.55	55	22.50		0.45	2	8.36	58	4.42		
5	9.05	46.55	60	22.50		0.20	10	7.90	27	0.39		
6	9.05	46.55	65	22.50		0.25	10	6.51	11	0.33		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 65 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.50 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: **0.288 mg/L**

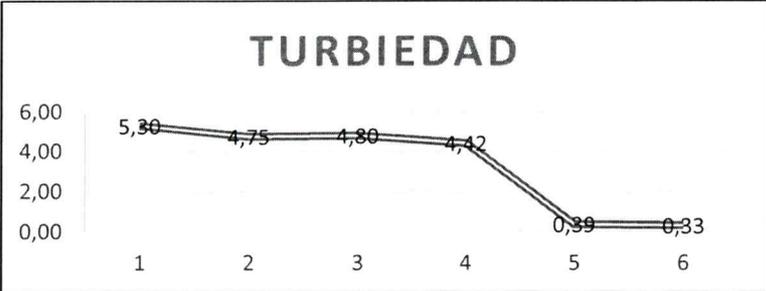
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidad. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 19/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.93 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 59 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	5.30
2	45	4.75
3	50	4.80
4	55	4.42
5	60	0.39
6	65	0.33



Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 8.20, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico al 0.40%



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

12000 ml + 20 ml de solución de la cal al 0.9%

pH = 8.20

Alcalinidad = 31.65 mg/l

$$20 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{20 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 15 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 4 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 30/01/2025

CAUDAL: 48.35lps

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 59 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 3.93 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	8.78	42.82	40	15.0	0.70	2.00	4	8.41	16	4.00		
2	8.78	42.82	45	15.0	0.80	0.30	10	8.24	0	0.41		
3	8.78	42.82	50	15.0	0.90	1.40	2	8.29	0	0.52		
4	8.78	42.82	55	15.0	1.00	0.45	10	7.94	2	0.59		
5	8.78	42.82	60	15.0	1.10	1.15	6	7.69	8	0.72		
6	8.78	42.82	65	15.0	1.20	1.20	4	7.45	21	0.85		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: **45 mg/l.**

Dosis óptima de Cal Hidratada: **22.5 mg/l.**

Dosis óptima de Polímero Catiónico: **0.90 mg/l**

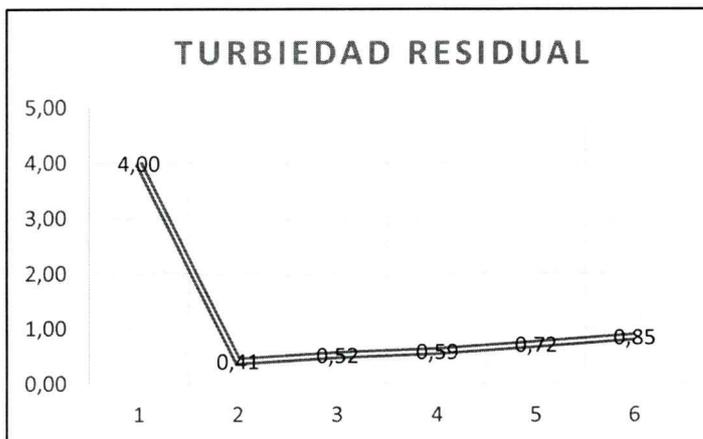
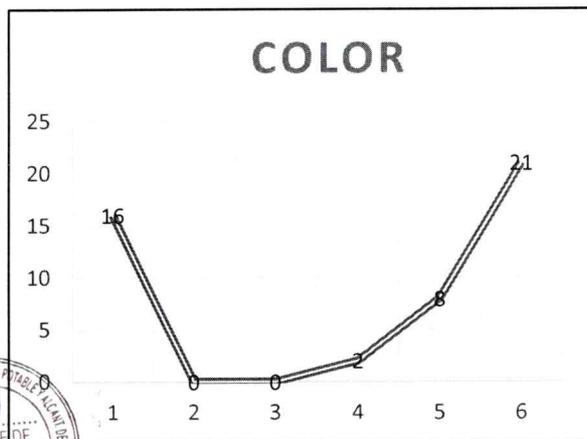
Aluminio Residual: **0.188 mg/L**

INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 5/03/2020		
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.93 UNT.		
COLOR DEL AGUA CRUDA = 59 UC.		
JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	4.00
2	45	0.41
3	50	0.52
4	55	0.59
5	60	0.72
6	65	0.85



Prueba N° 6

Características del agua cruda

- Turbiedad = 5.30 UNT
- pH = 6.96
- Color = 91 uC.
- Alcalinidad = 16.76 mg/l. CaCO₃
- Temperatura 13.1
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.65
- Alcalinidad = 37.24 mg/l



$$\text{Dosis optima de solución de Cal Hidratada} = \frac{25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 18.75 \text{ mg/l}$$

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO"

FECHA: 05/02/2025

CAUDAL: 48.35 lps

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 91 UC	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 5.30 UNT	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.65	37.24	50	18.75		5	6	6.65	0	0.92		
2	9.65	37.24	60	18.75		12	6	6.63	0	2.31		
3	9.65	37.24	70	18.75		11	4	6.57	7	2.45		
4	9.65	37.24	80	18.75		18	4	6.89	91	12.12		
5	9.65	37.24	90	18.75		16	2	6.42	81	13.10		
6	9.65	37.24	100	18.75		16	2	6.16	75	12.70		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 50 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 18.75 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.195 mg/L

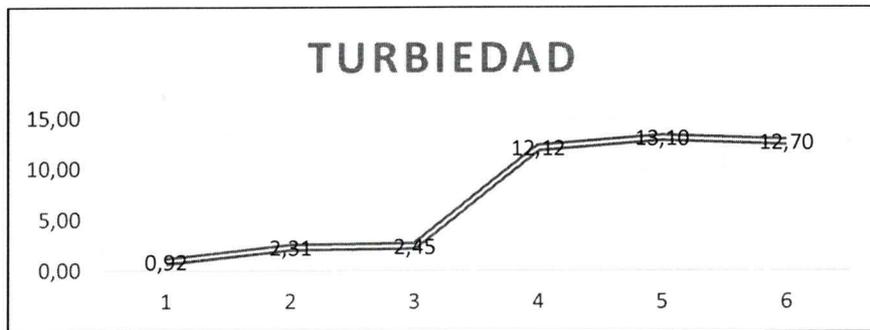
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 5/02/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 5.30 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 91 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	0.92
2	60	2.31
3	70	2.45
4	80	12.12
5	90	13.10
6	100	12.70



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 8.79
- Alcalinidad = 39.10 mg/l

$$30 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{30 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 22.50 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO"

FECHA: 05/02/2025

CAUDAL: 48.35 lps

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 91 UC		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 5.30 UNT		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	8.79	39.1	30	22.50		5	8	6.68	0	1.36		
2	8.79	39.1	40	22.50		7	8	6.69	1	2.63		
3	8.79	39.1	50	22.50		10	6	6.06	97	12.10		
4	8.79	39.1	60	22.50		12	2	6.09	103	13.90		
5	8.79	39.1	70	22.50		11	2	5.34	131	12.20		
6	8.79	39.1	80	22.50		12	2	5.66	127	14.50		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 30 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.50 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.032 mg/L

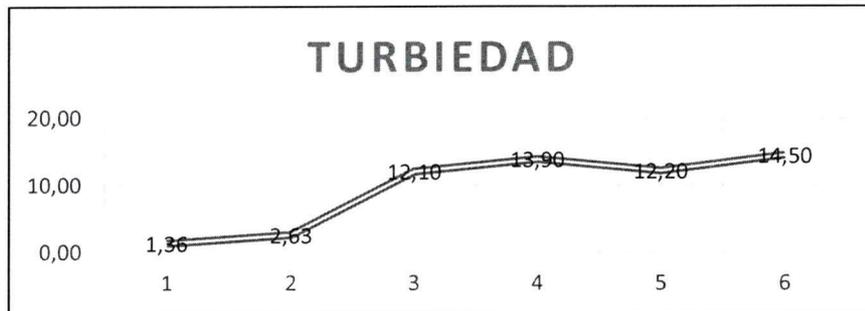
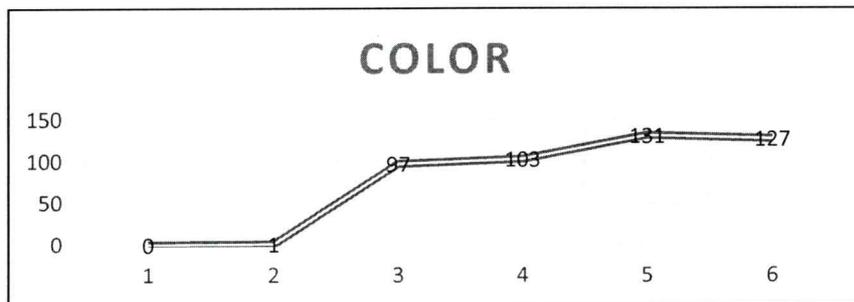
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 5/02/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 5.30 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 91 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	30	1.36
2	40	2.63
3	50	12.10
4	60	13.90
5	70	12.20
6	80	14.50



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 35 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 10.80
- Alcalinidad = 65.17 mg/l



$$\text{Dosis optima de solución de Cal Hidratada} = \frac{35 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 26.25 \text{ mg/l}$$

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO"

FECHA: 05/02/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 91 UC		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 5.30 UNT		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20mm. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	10.8	65.17	20	26.25		4.00	2	10.22	185	16.60		
2	10.8	68.17	25	26.25		4.10	2	10.09	172	11.70		
3	10.8	65.17	30	26.25		4.20	2	9.91	151	10.60		
4	10.8	65.17	35	26.25		5.10	2	9.79	116	10.00		
5	10.8	65.17	40	26.25		5.60	2	9.56	120	4.50		
6	10.8	65.17	45	26.25		8.00	2	9.32	62	1.65		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 45 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 26.25 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

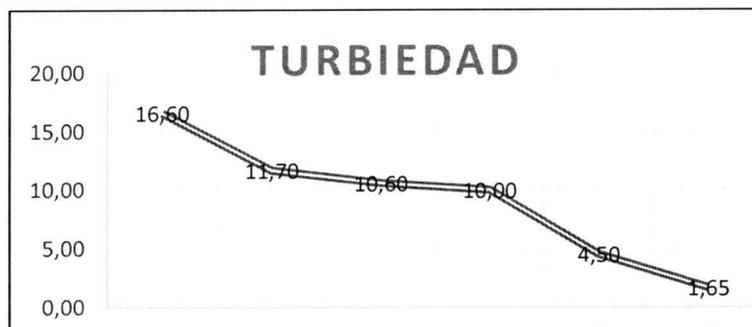
Aluminio Residual: 0.163 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 5/02/2025		
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 5.30 UNT.		
COLOR DEL AGUA CRUDA = 91 UC.		
JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	20	16.60
2	25	11.70
3	30	10.60
4	35	10.00
5	40	4.50
6	45	1.65



Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 8.45, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico al 0.40%

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%

pH = 9.45

➤ Alcalinidad = 39.10 mg/l

25 ml x 9000 mg/l

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 18.75 mg/l



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 4 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"

FECHA: 05/02/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 91 UC		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 5.30 UNT		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.45	39.1	40	18.75	0.90	2	6	7.18	32	1.20		
2	9.45	39.1	50	18.75	1.00	3	6	6.27	5	0.65		
3	9.45	39.1	60	18.75	1.10	4	4	6.56	29	1.90		
4	9.45	39.1	70	18.75	1.20	4	4	6.69	52	9.60		
5	9.45	39.1	80	18.75	1.30	5	2	6.09	65	10.20		
6	9.45	39.1	90	18.75	1.40	6	2	5.76	135	10.60		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: **50 mg/l.**

Dosis óptima de Cal Hidratada: **18.75 mg/l.**

Dosis óptima de Polímero Catiónico: **1 mg/l**

Aluminio Residual: **0.025 mg/L**

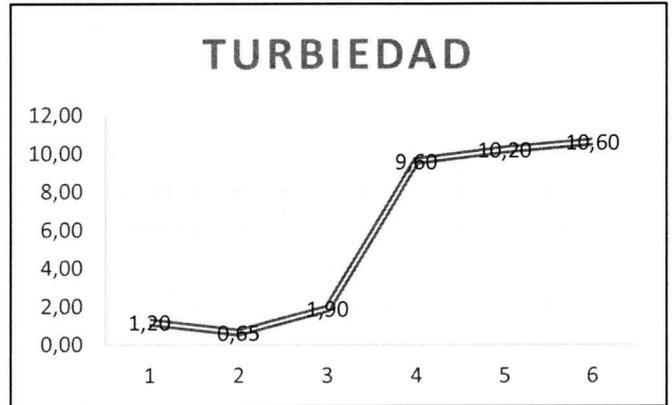
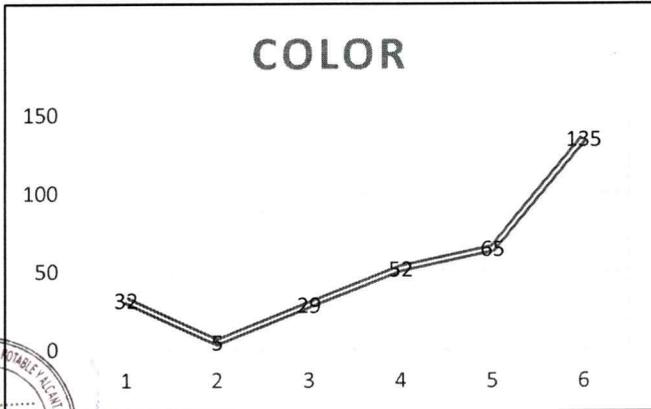
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 5/02/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 5.30 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA =91 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	1.20
2	50	0.65
3	60	1.90
4	70	9.60
5	80	10.20
6	90	10.60



Prueba N° 7

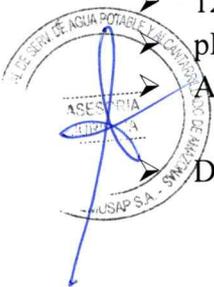
Características del agua cruda

- Turbiedad = 4.70 UNT
- pH = 7.14
- Color = 170uC.
- Alcalinidad = 18.62 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.4
- Dureza = 44.43 mg/l CaCO₃

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 11.19
- Alcalinidad = 57.62 mg/l

$$\text{Dosis optima de solución de Cal Hidratada} = \frac{25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 18.75 \text{ mg/l}$$



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO"

FECHA: 25/02/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 170 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.70 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20mim. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Ph: 7.14		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	11.19	57.62	50	18.75		0.40	6	8.51	7	3.62		
2	11.19	57.62	55	18.75		0.4	6	8.06	50	6.06		
3	11.19	57.62	60	18.75		0.45	2	7.6	137	11.04		
4	11.19	57.62	65	18.75		0.5	2	7.28	151	11.7		
5	11.19	57.62	70	18.75		0.55	2	7.11	151	12.1		
6	11.19	57.62	75	18.75		0.60	2	6.92	176	12.7		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 50 mg/l.

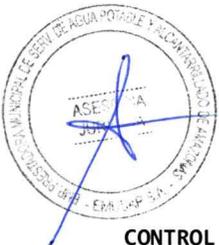
Dosis óptima de Cal Hidratada: 18.75 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.292 mg/L

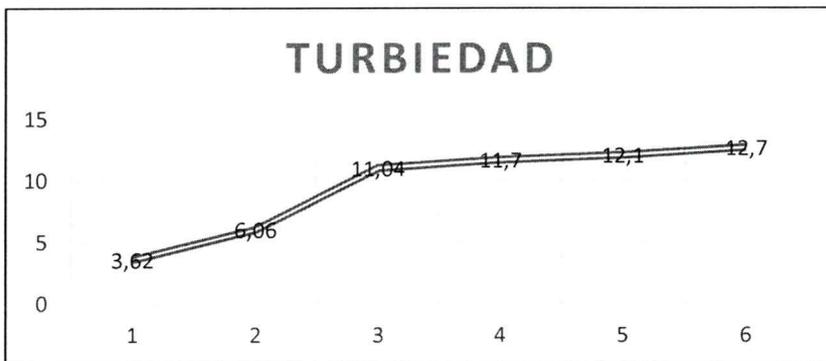
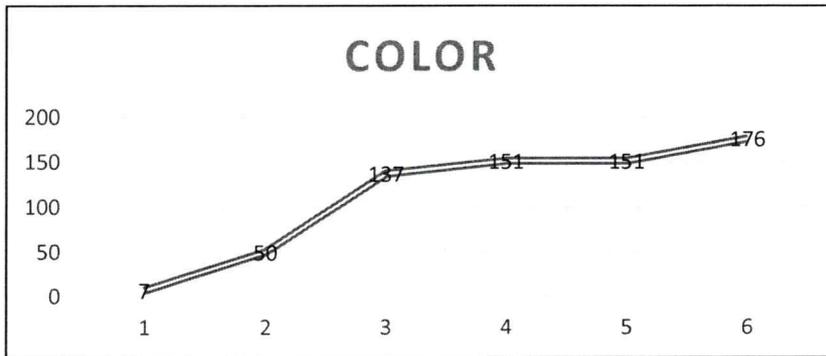
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidad. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 25/02/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 1.6 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 113 UC.

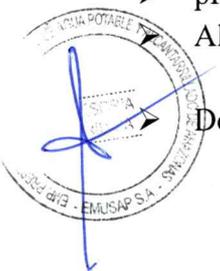
JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	3.62
2	55	6.06
3	60	11.04
4	65	11.7
5	70	12.1
6	75	12.7



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 40 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.07
- Alcalinidad = 35.38 mg/l

$$\text{Dosis optima de solución de Cal Hidratada} = \frac{40 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 30 \text{ mg/l}$$



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"

FECHA: 25/02/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 170 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.70 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	pH: 7.14	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.07	35.38	40	15		0.35	8	7.45	6	0.83		
2	9.07	35.38	45	15		0.50	6	7.00	157	1.84		
3	9.07	35.38	50	15		1.05	2	6.95	150	3.62		
4	9.07	35.38	55	15		1.15	2	6.81	261	4.29		
5	9.07	35.38	60	15		1.25	2	6.71	157	7.70		
6	9.07	35.38	65	15		1.20	2	6.69	328	10.40		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 40 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 15 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.066 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

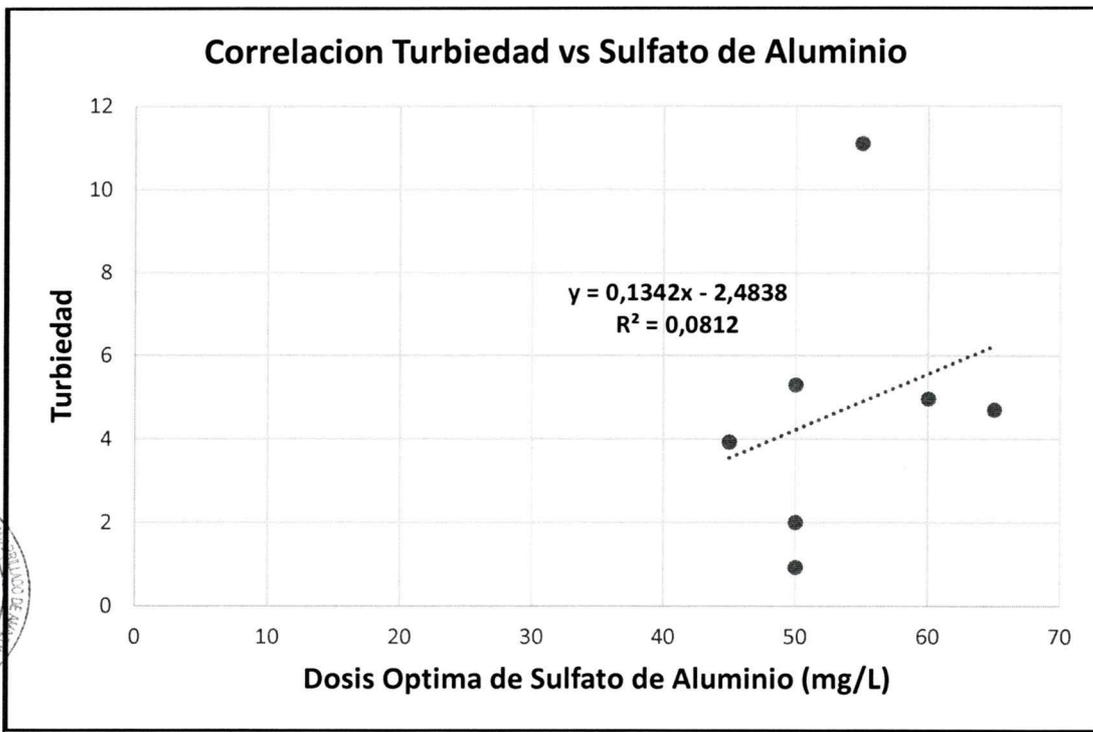


Nº	X	Y	X*Y	X ²	Y ²
1	50	0.93	46.5	2,500	0.8649
2	60	4.96	297.6	3,600	24.6016
3	50	2.01	100.5	2,500	4.0401
4	55	11.09	609.95	3,025	122.9881
5	45	3.93	176.85	2,025	15.4449
6	50	5.3	265	2,500	28.09
7	65	4.7	305.5	4,225	22.09
Σ	375	32.92	1801.9	20,375	218.1196

A =	0.1342
B =	- 2.4838

Y = 0.134 – 2.484X

A =	0.1342
B =	-2.4838
Rxy =	0.9585
R² =	0.0812



11.2 Correlación de Color versus Cal Hidratada
Y = A + BX

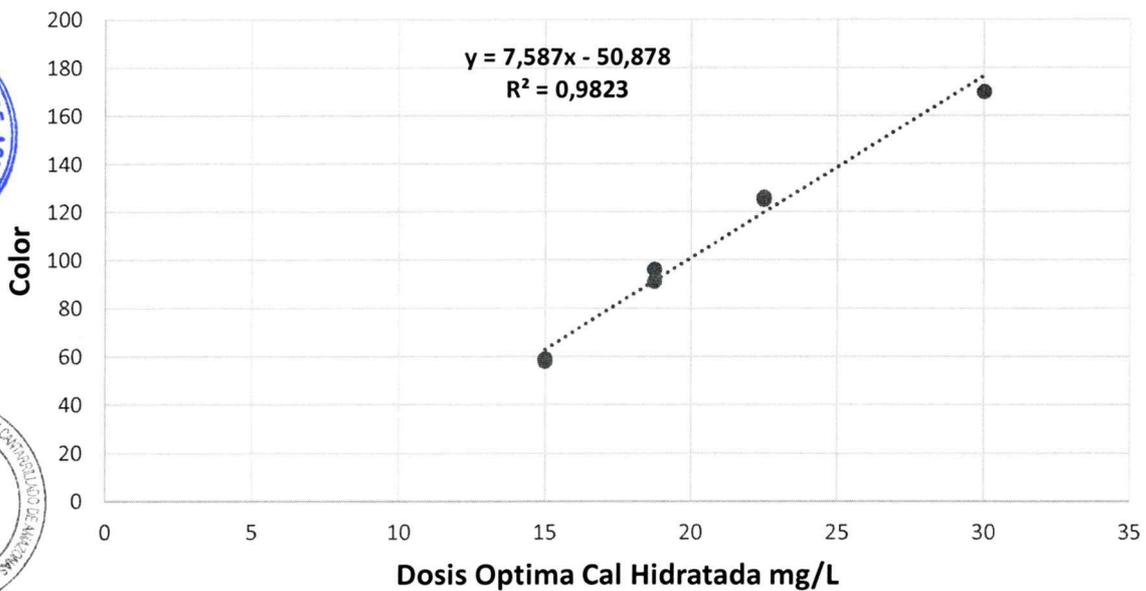
N°	X	Y	X*Y	X ²	Y ²
1	18.75	96	1,800	351.56	9,216
2	22.5	125	2,813	506.25	15,625
3	15	58	870	225	3,364
4	22.5	126	2,835	506.25	15,876
5	15	59	885	225	3,481
6	18.75	91	1,706	351.56	8,281
7	30	170	5,100	900	28,900
Σ	142.5	725	10,524	3,065.62	84,743

A =	7.587
B =	-50.878

$Y = 7.587x - 50.878$

A =	-50.878
B =	7.587
r_{XY} =	0.8676
(R)² =	0.9823

Correlacion Color vs Cal Hidratada



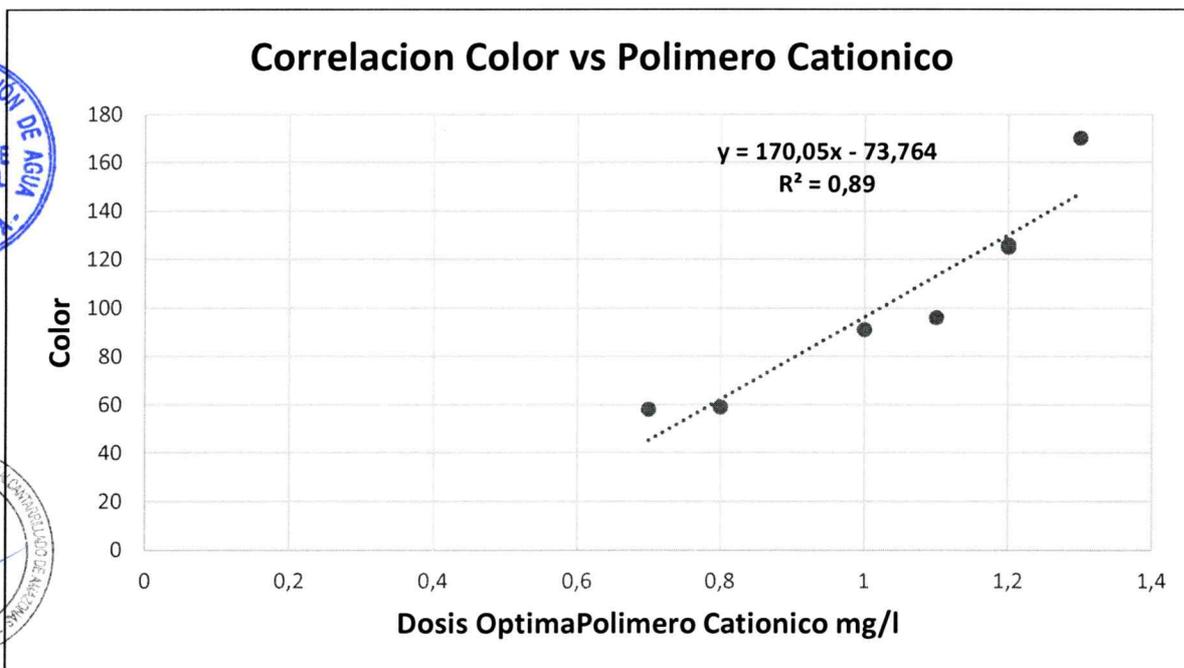
11.3 Correlación de Color versus Polímero Catiónico.
Y = A + BX

N°	X	Y	X*Y	X ²	Y ²
1	1.1	96	105.6	1.21	9,216
2	1.2	125	150	1.44	15,625
3	0.7	58	88.2	0.49	3,364
4	1.2	126	151.2	1.44	15,876
5	0.8	59	47.2	0.64	3,481
6	1.0	91	91	1.0	8,281
7	1.3	170	221	1.69	28,900
Σ	7.3	725	854.2	7.91	84743

A =	170.05
B =	- 73.764

Y = 170.05x - 73.764

Y =	- 73.764
X =	170.05
r _{XY} =	0.8114
(R) ² =	0.89



12. DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO.

El objetivo es determinar la dosis óptima para la eliminación de partículas en suspensión, sólidos disueltos, neutralizar microorganismos y partículas coloidales.

Prueba N° 1

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 6.17 UNT
- pH = 7.21
- Color = 64uC.
- Alcalinidad = 16.50 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.3
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 02/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 64 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 6.17 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.21	16.5	10			1.15	8	6.84	18	2.87		
2	7.21	16.5	15			1.20	4	6.9	21	2.08		
3	7.21	16.5	20			1.20	10	7.16	5	1.24		
4	7.21	16.5	25			1.25	6	7.2	16	1.37		
5	7.21	16.5	30			1.00	4	6.86	22	1.48		
6	7.21	16.5	35			1.10	4	6.91	17	1.60		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policloruro Al: 20 mg/l.

Aluminio Residual: 0.162 mg/L

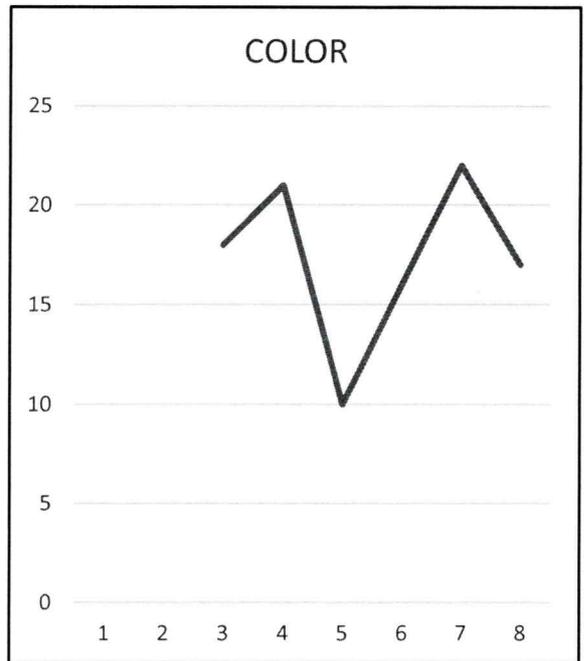
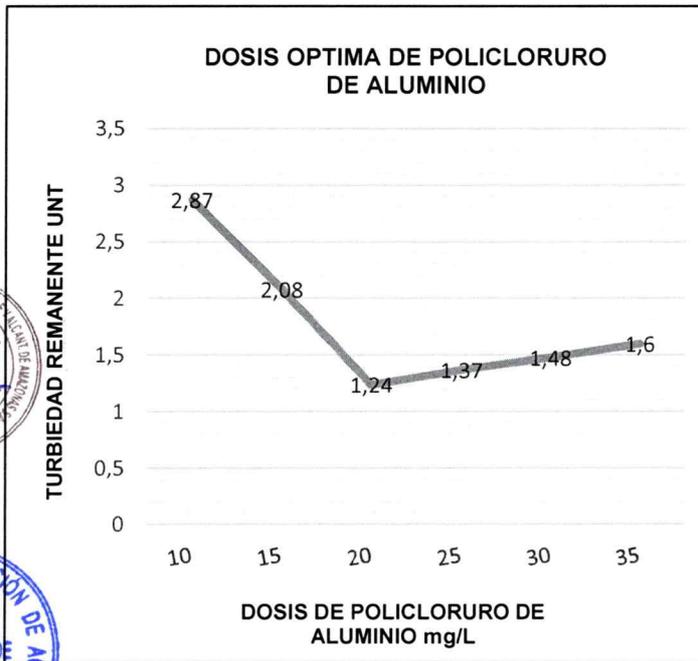
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 02/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 6.17 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 64 UC.

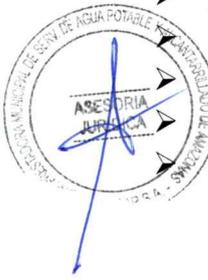
JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	10	2.87
2	15	2.08
3	20	1.24
4	25	1.37
5	30	1.48
6	35	1.6



Prueba N° 2

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 2.13 UNT
- pH = 7.20
- Color = 43 uC.
- Alcalinidad = 16.76 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.8
- Dureza = 38.08 mg/l CaCO₃



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 03/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 43 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 2.17 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.20	16.76	2			2.2	2	7.07	33	1.43		
2	7.20	16.76	5			2.1	2	6.87	28	1.20		
3	7.20	16.76	10			1.35	6	6.75	20	0.41		
4	7.20	16.76	15			1.3	8	6.77	5	0.21		
5	7.20	16.76	20			1.4	4	6.69	25	0.49		
6	7.20	16.76	25			2	2	6.62	26	0.63		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policloruro Al: **15 mg/l.**

Aluminio Residual: **0.092 mg/L**

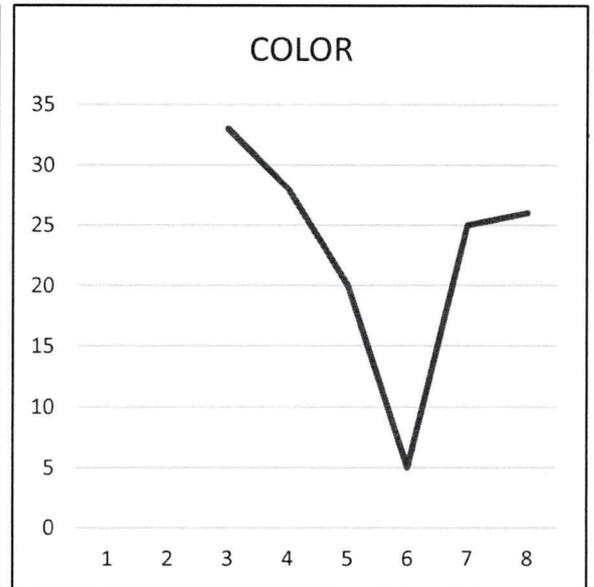
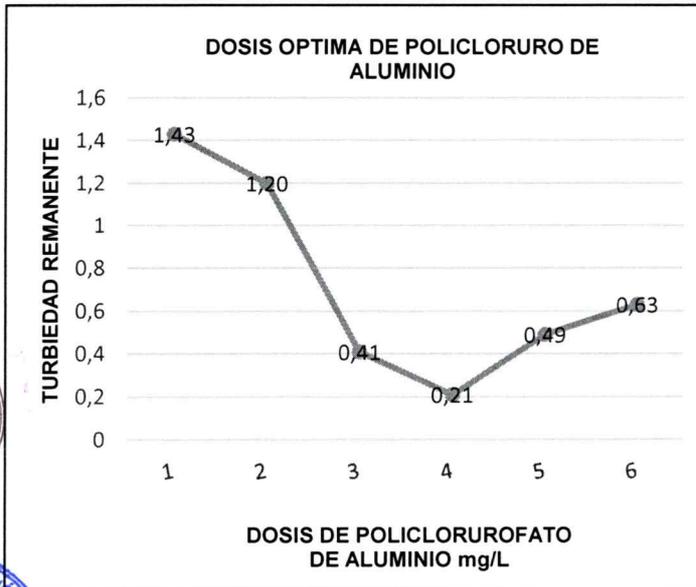
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Flock muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 03/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 2.17 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 43 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	2	1.43
2	5	1.20
3	10	0.41
4	15	0.21
5	20	0.49
6	25	0.63



Prueba N° 3

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 6.17 UNT
- pH = 7.21
- Color = 64 uC.
- Alcalinidad = 18.62 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.0
- Dureza = 38.08 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 06/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 64 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 6.17 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20mim. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.21	18.62	10			7.50	6	6.84	18	1.87		
2	7.21	18.62	15			8.00	6	6.90	21	2.08		
3	7.21	18.62	20			8.00	8	7.16	10	1.24		
4	7.21	18.62	25			8.50	8	7.20	16	1.37		
5	7.21	18.62	30			6.00	4	6.86	22	1.48		
6	7.21	18.62	35			7.00	4	6.91	17	1.60		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 20 mg/l.

Aluminio Residual: 0.105 mg/L

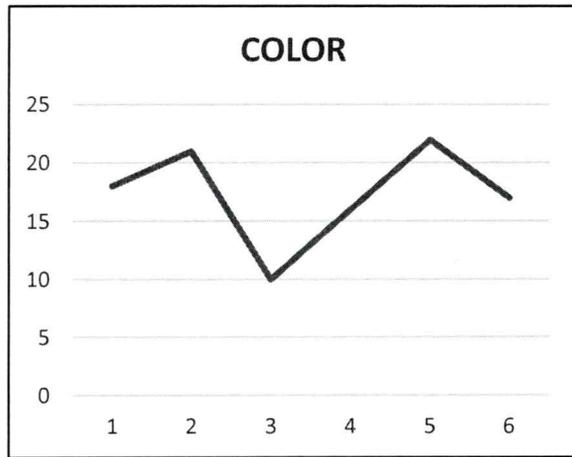
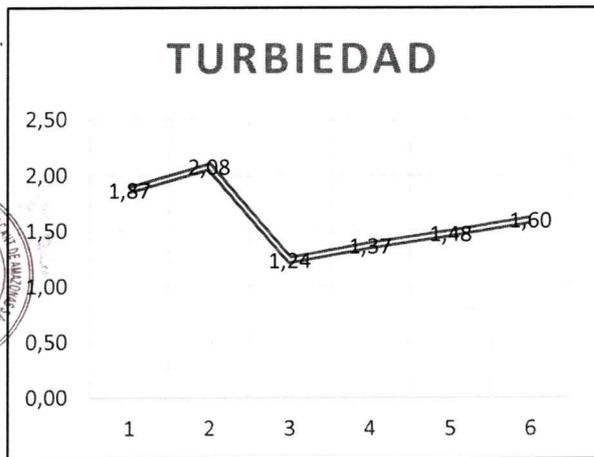
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 06/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 6.17 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 64 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	10	1.87
2	15	2.08
3	20	1.24
4	25	1.37
5	30	1.48
6	35	1.60



Prueba N° 4

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 3.75 UNT
- pH = 6.74
- Color = 65 uC.
- Alcalinidad = 14.89 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.2.
- Dureza = 40.20 mg/l CaCO₃



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 07/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 65 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 3.75 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	6.74	14.89	10			1.20	2	7.04	51	2.24		
2	6.74	14.89	15			1.10	2	6.98	50	2.17		
3	6.74	14.89	20			1.00	2	6.64	8	0.98		
4	6.74	14.89	25			1.05	2	6.84	44	2.00		
5	6.74	14.89	30			2.00	2	6.79	49	1.95		
6	6.74	14.89	35			2.20	2	6.90	60	1.94		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

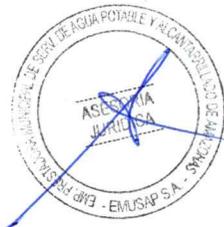
CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 20 mg/l.

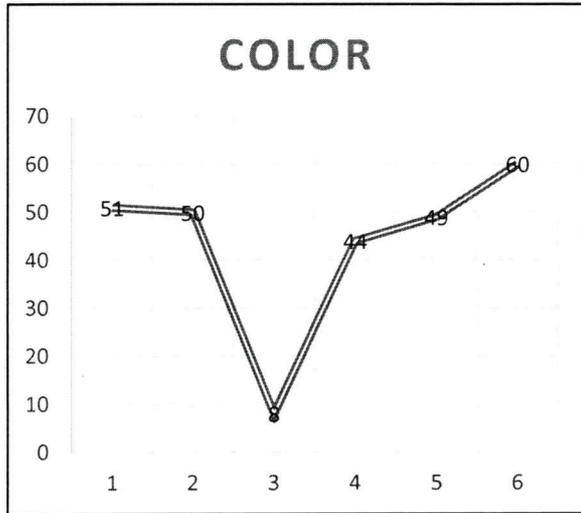
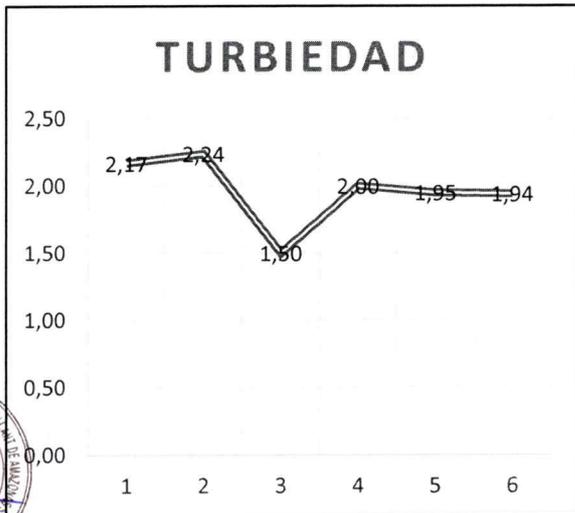
Aluminio Residual: 0.086 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



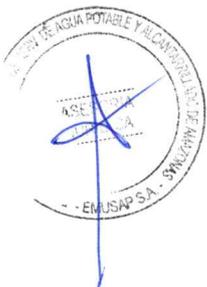
FECHA: 06/01/2025		
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.75 UNT.		
COLOR DEL AGUA CRUDA = 65 UC.		
JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	10	2.17
2	15	2.24
3	20	0.98
4	25	2.00
5	30	1.95
6	35	1.94



Prueba N° 5

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 4.10 UNT
- pH = 7.02
- Color = 85 uC.
- Alcalinidad = 16.76 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.4.
- Dureza = 40.20 mg/l CaCO₃



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 07/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 85 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.10 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.02	16.76	25			0.12	6	6.58	78	2.99		
2	7.02	16.76	30			0.11	8	6.60	10	1.47		
3	7.02	16.76	35			0.10	8	6.63	46	2.49		
4	7.02	16.76	40			0.05	8	6.62	54	2.76		
5	7.02	16.76	45			0.00	10	6.60	68	3.80		
6	7.02	16.76	50			0.20	8	6.53	78	4.85		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policloruro Al: **30 mg/l.**

Aluminio Residual: **0.065 mg/L**

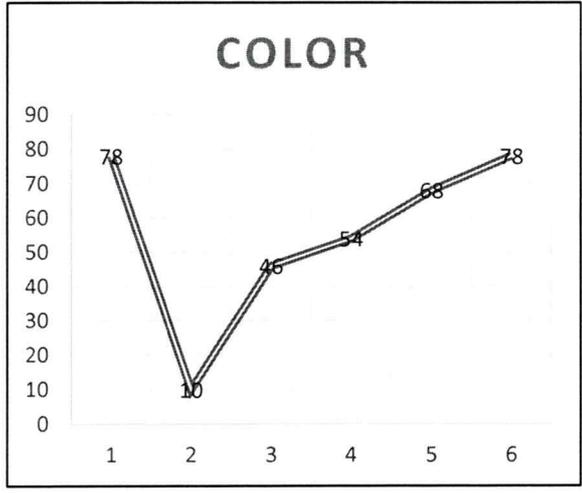
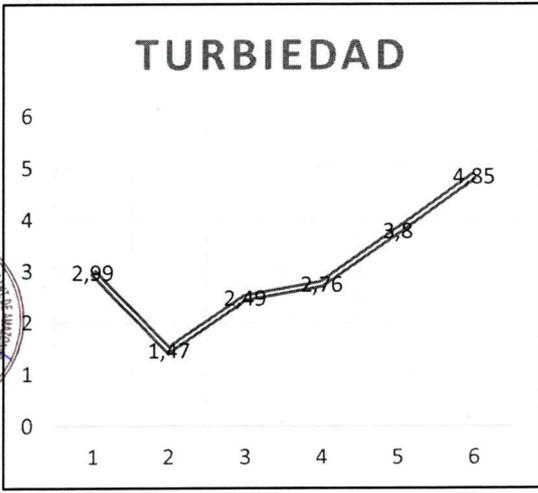
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 07/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.10 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 85 UC.

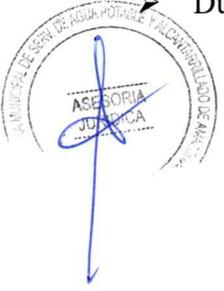
JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	25	2.99
2	30	1.47
3	35	2.49
4	40	2.76
5	45	3.80
6	50	4.85



Prueba N° 6

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 11.09 UNT
- pH = 7.43
- Color = 126 uC.
- Alcalinidad = 13.03 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.9.
- Dureza = 38.08 mg/l CaCO₃



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 15/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 126 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 11.09 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20mim. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.43	13.03	25			2	6	7.31	73	3.7		
2	7.43	13.03	30			1.1	8	7.38	34	0.68		
3	7.43	13.03	35			1.05	10	7.27	14	0.35		
4	7.43	13.03	40			1.1	10	7.21	54	0.38		
5	7.43	13.03	45			2.3	2	7.09	66	0.86		
6	7.43	13.03	50			1.15	8	7.07	42	1.22		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policloruro Al: **35 mg/l.**

Aluminio Residual: **0.089 mg/L**

INDICE DE WILLCOMB

0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.

2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.

4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).

6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.

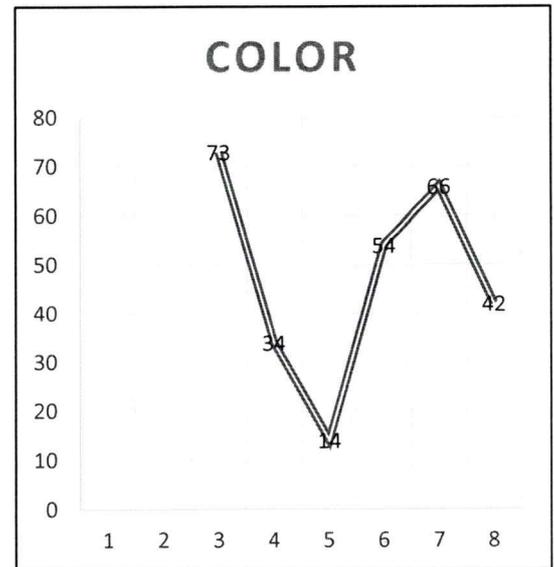
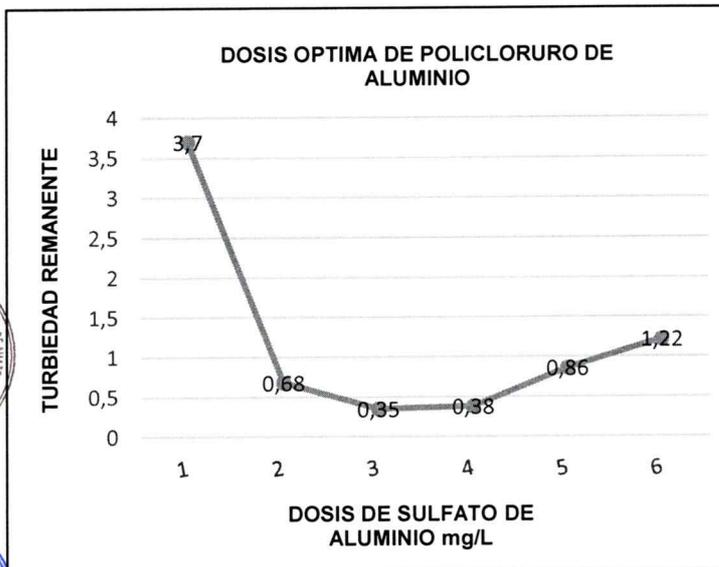
8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.

10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 15/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 11.09 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 126 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	25	3.7
2	30	0.68
3	35	0.35
4	40	0.38
5	45	0.86
6	50	1.22



Prueba N° 7

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 2.61 UNT
- pH = 7.13
- Color = 38 uC.
- Alcalinidad = 20.48 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.8.
- Dureza = 38.08 mg/l CaCO₃



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 29/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 38 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 2.61UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.13	20.48	5			3.58	2	7.21	55	2.99		
2	7.13	20.48	10			3.48	2	7.23	43	2.47		
3	7.13	20.48	15			3.50	2	7.27	0	0.98		
4	7.13	20.48	20			3.00	10	7.27	0	2.76		
5	7.13	20.48	25			3.10	10	7.25	16	2.80		
6	7.13	20.48	30			3.30	8	7.25	25	2.85		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

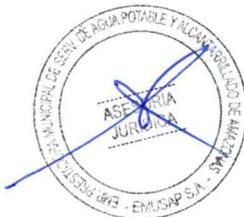
CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policloruro Al: 15 mg/l.

Aluminio Residual: 0.098 mg/L

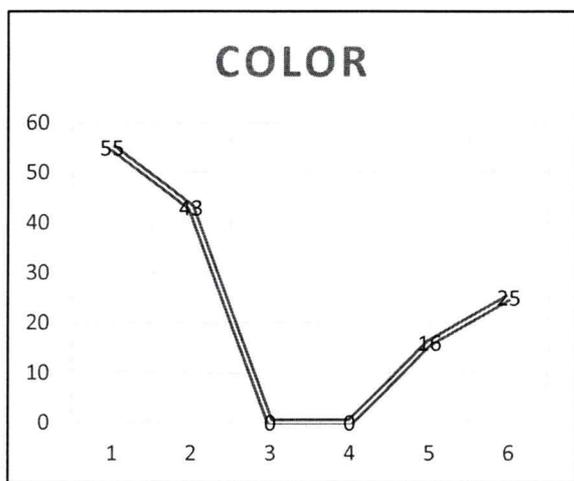
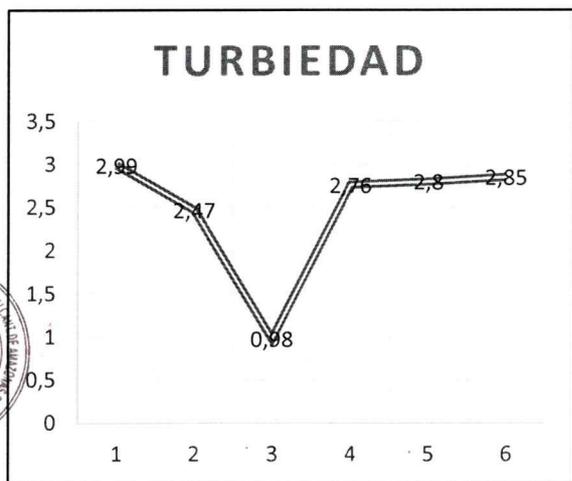
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 15/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 2.61 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 38 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	5	2.99
2	10	2.47
3	15	0.98
4	20	2.76
5	25	2.80
6	30	2.85



Prueba N° 8

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 3.53 UNT
- pH = 7.20
- Color = 45 uC.
- Alcalinidad = 20.48 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.2.
- Dureza = 38.08 mg/l CaCO₃



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 29/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 45 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 3.53 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.20	20.48	5			3.58	2	7.31	39	3.53		
2	7.20	20.48	10			3.48	2	7.26	25	2.10		
3	7.20	20.48	15			3.50	2	7.26	0	0.35		
4	7.20	20.48	25			3.00	10	7.24	0	0.54		
5	7.20	20.48	30			3.10	10	7.22	0	0.81		
6	7.20	20.48	35			3.30	8	7.21	21	1.85		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policloruro Al: **15 mg/l**

Aluminio Residual: **0.102 mg/L**

INDICE DE WILLCOMB

0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.

2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.

4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).

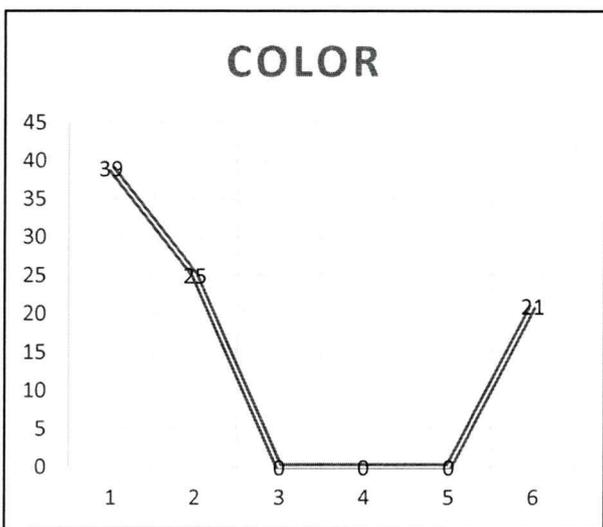
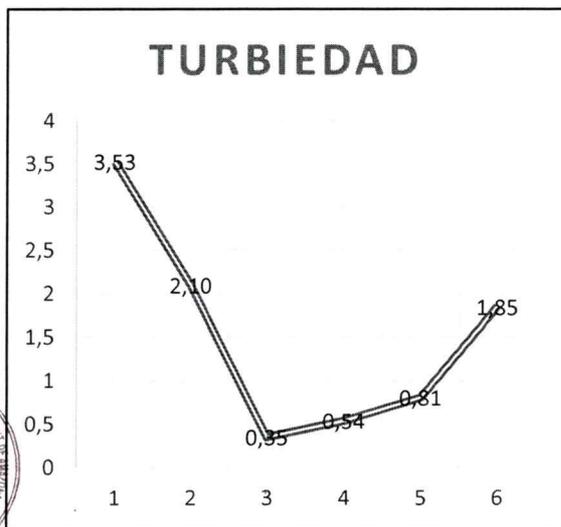
6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.

8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.

10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 15/01/2025		
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.53 UNT.		
COLOR DEL AGUA CRUDA = 45 UC.		
JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	5	3.53
2	10	2.10
3	15	0.35
4	25	0.54
5	30	0.81
6	35	1.85



Prueba N° 9

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 4.10 UNT
- pH = 7.14
- Color = 170 uC.
- Alcalinidad = 9.31 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.2.
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 25/02/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 170 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.70 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.14	9.31	30			1.20	2	7.08	173	6.07		
2	7.14	9.31	35			1.10	2	7.11	182	6.13		
3	7.14	9.31	40			0.50	8	7.02	8	0.42		
4	7.14	9.31	30			0.40	8	6.99	27	0.44		
5	7.14	9.31	35			0.45	10	6.96	52	0.47		
6	7.14	9.31	40			1.25	6	6.91	59	0.88		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policloruro Al: 40 mg/l.

Aluminio Residual: 0.096 mg/L

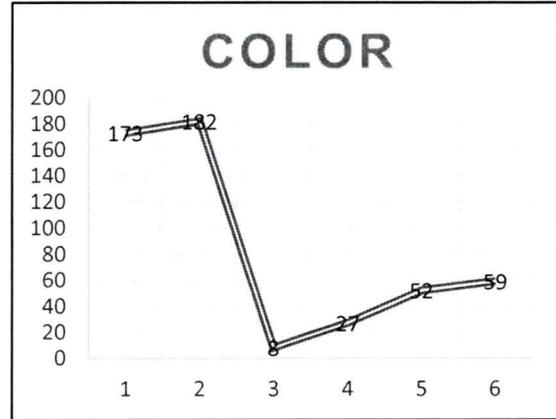
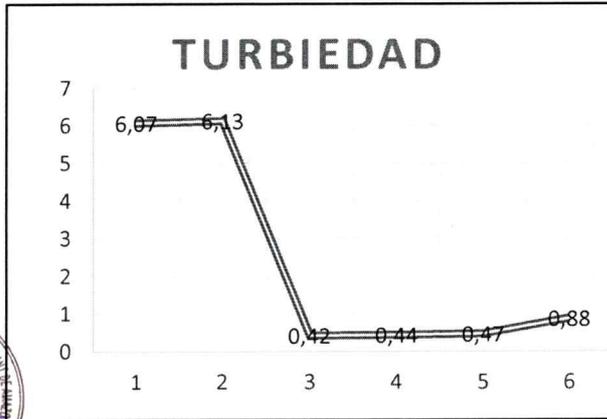
INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 15/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.70 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 170 UC.

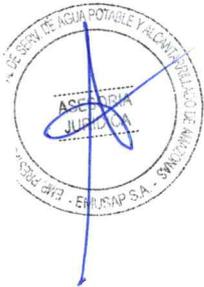
JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	30	6.07
2	35	6.13
3	40	0.42
4	30	0.44
5	35	0.47
6	40	0.88



Prueba N° 10

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 16.5 UNT
- pH = 7.23
- Color = 182 uC.
- Alcalinidad = 16.76 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.1.
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 20/03/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 182 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 16.5 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.23	16.76	30			2.00	4	7.22	192	5.96		
2	7.23	16.76	35			1.00	6	7.00	48	2.25		
3	7.23	16.76	40			1.00	6	6.80	5	0.68		
4	7.23	16.76	50			2.00	2	6.51	66	14.00		
5	7.23	16.76	55			6.00	2	6.23	175	16.10		
6	7.23	16.76	60			7.00	2	6.17	310	18.25		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policloruro Al: 40 mg/l.

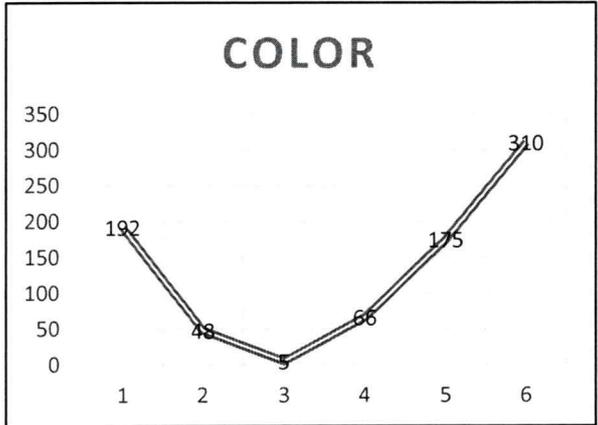
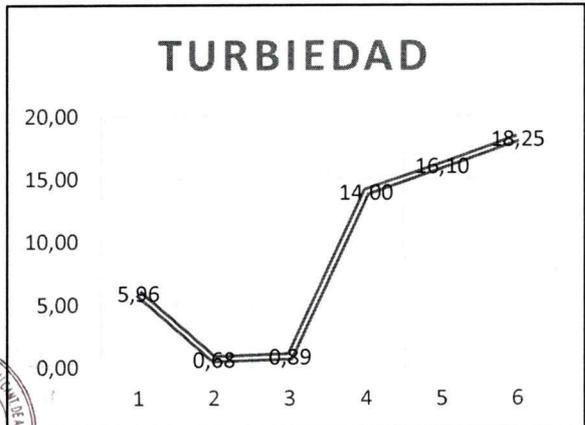
Aluminio Residual: 0.088 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 15/01/2025		
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 16.5 UNT.		
COLOR DEL AGUA CRUDA = 182 UC.		
JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	30	5.96
2	35	2.25
3	40	0.68
4	50	14.00
5	55	16.10
6	60	18.25



Prueba N° 11

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 3.16 UNT
- pH = 7.16
- Color = 20 uC.
- Alcalinidad = 16.76 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.4
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 08/04/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 20 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 3.16 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.16	16.76	5			1.15	2	7.53	15	4.39		
2	7.16	16.76	10			0.55	2	7.52	2	0.41		
3	7.16	16.76	15			1.20	2	7.46	9	0.55		
4	7.16	16.76	20			0.30	8	7.35	18	0.78		
5	7.16	16.76	25			0.40	6	7.23	46	0.82		
6	7.16	16.76	30			0.45	6	7.20	96	0.98		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policloruro Al: 20 mg/l.

Aluminio Residual: 0.114 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.

2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.

4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).

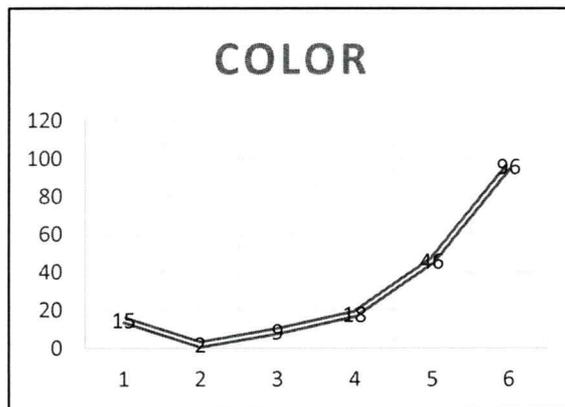
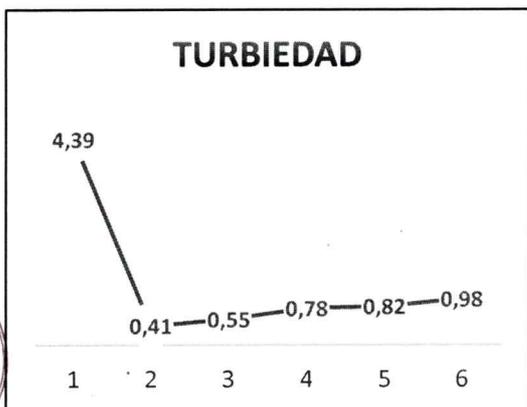
6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.

8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.

10 – Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 08/04/2025		
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.16 UNT.		
COLOR DEL AGUA CRUDA = 20UC.		
JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	5	4.39
2	10	0.41
3	15	0.55
4	20	0.78
5	25	0.82
6	30	0.98



Prueba N° 12

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 28.5 UNT
- pH = 7.37
- Color = 303 uC.
- Alcalinidad = 14.89 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 12.8
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"

FECHA: 11/04/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 303 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 28.5 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.37	14.89	30			1.50	2	7.40	246	16.00		
2	7.37	14.89	35			1.30	4	7.36	186	11.30		
3	7.37	14.89	40			1.20	4	7.33	62	8.35		
4	7.37	14.89	45			1.00	6	7.27	2	1.49		
5	7.37	14.89	50			0.45	8	7.23	0	3.15		
6	7.37	14.89	55			0.55	8	7.21	0	4.16		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

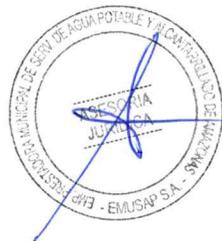
CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policloruro Al: **35 mg/l.**

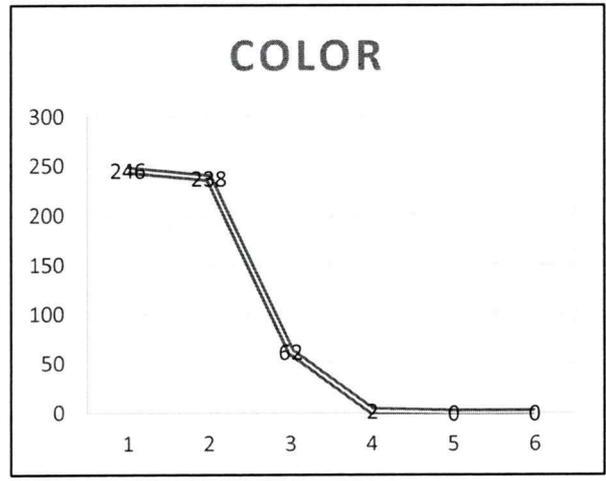
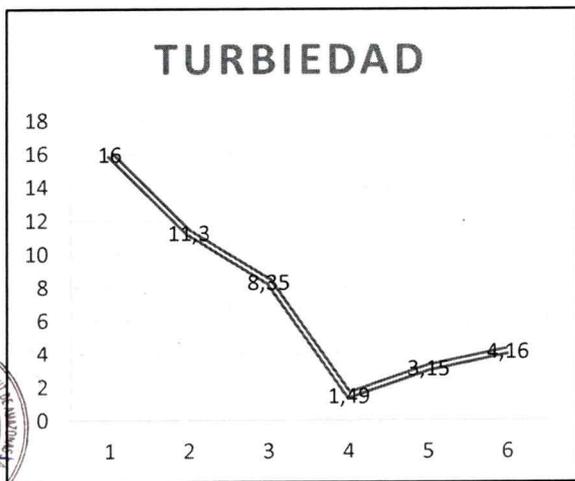
Aluminio Residual: **0.096 mg/L**

INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.



FECHA: 11/04/2025		
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 28.5 UNT.		
COLOR DEL AGUA CRUDA = 303 UC.		
JARRAS	Dosis de Policloruro Al. Mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	30	16.00
2	35	11.30
3	40	8.35
4	45	1.49
5	50	3.15
6	55	4.16



12.1 Correlación de Turbiedad versus Policloruro de Aluminio.
Y = A + BX

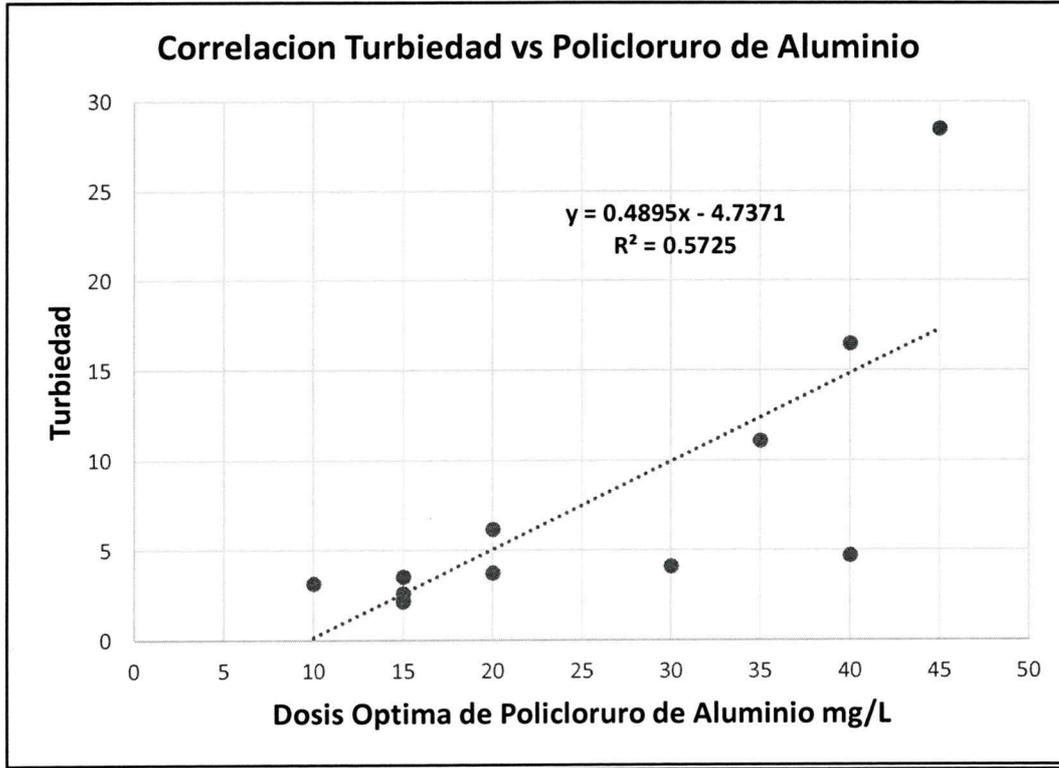


Nº	X	Y	X*Y	X ²	Y ²
1	20	6.17	123.4	400	38.0689
2	15	2.17	32.55	225	4.7089
3	20	6.17	123.4	400	38.0689
4	20	3.75	75	400	14.0625
5	30	4.1	123	900	16.81
6	35	11.09	388.15	1225	122.9881
7	15	2.61	39.15	225	6.8121
8	15	3.53	52.95	225	12.4609
9	40	4.7	188	1600	22.09
10	40	16.5	660	1600	272.25
11	10	3.16	31.6	100	9.9856
12	45	28.5	1282.5	2025	812.25
Σ	305	92.45	3119.7	9325	1370.5559

A =	- 4.7371
B =	0.4795

Y = 0.4895x - 4.7371

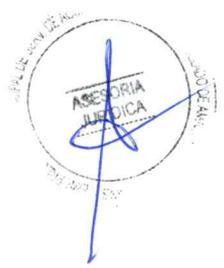
A =	-4.7371
B =	0.4895
r_{XY} =	-0.1651
(R)² =	0.5725



12.2 Correlación de Color versus Policloruro de Aluminio.

Y = A + BX

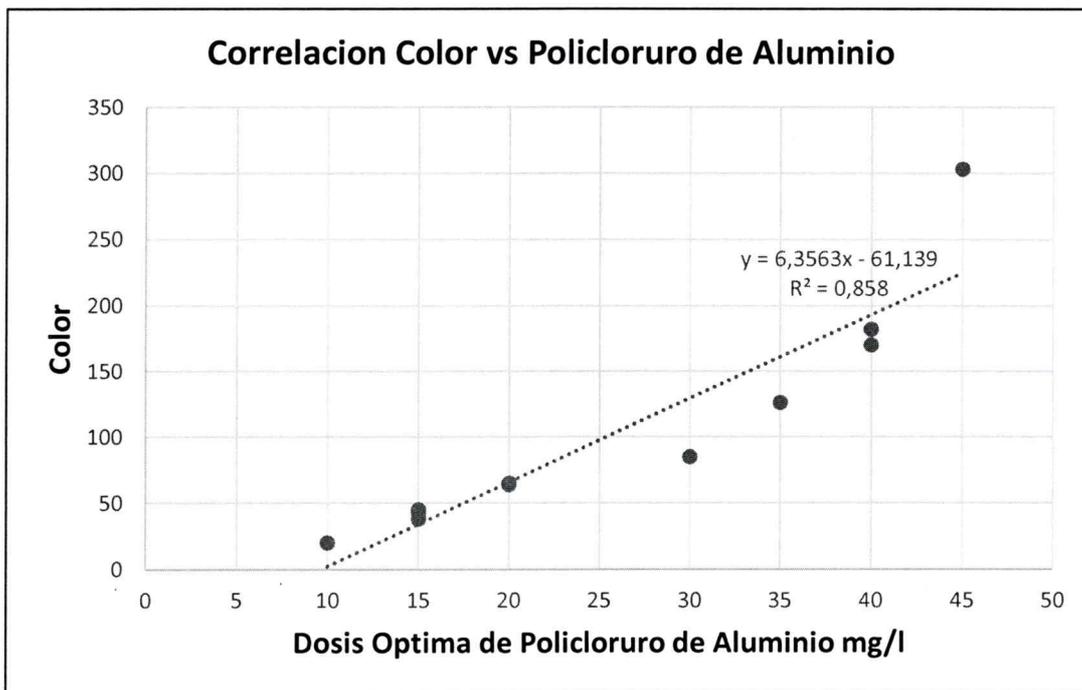
Nº	X	Y	X*Y	X ²	Y ²
1	20	64	1280	400	4096
2	15	43	645	225	1849
3	20	64	1280	400	4096
4	20	65	1300	400	4225
5	30	85	2550	900	7225
6	35	126	4410	1225	15876
7	15	38	570	225	1444
8	15	45	675	225	2025
9	40	170	6800	1600	28900
10	40	182	7280	1600	33124
11	10	20	200	100	400
12	45	303	13635	2025	91809
Σ	305	1205	40625	9325	195069



A =	- 61.139
B =	6.3563

Y = 6.3563x - 61.139

A =	- 61.139
B =	6.3563
rXY =	- 0.1651
(R) ² =	0.858



13. DEMANDA DE CLORO

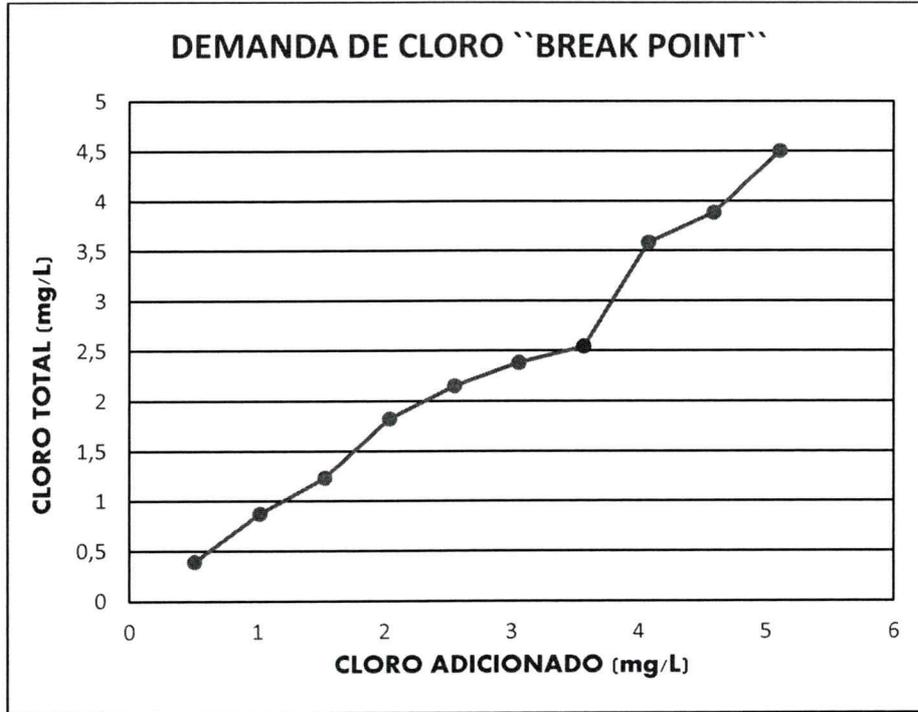
DETERMINACION DE LA DEMANDA DE CLORO EN PTAP

TURBIEDAD : 1.17 UNT	TIEMPO DE CONTACTO = 30 MINUTOS
COLOR : 32 UC.	Volumen analizado: 42 litros
pH : 7.13	Concentración del hipoclorito de calcio, 65%
AGUA : FILTRADA	
FECHA : 18/11/2024	

RECIPIENTES	CLORO ADICIONADO		HORA ADICIÓN	HORA ANÁLISIS	CLORO RESIDUAL			DEMANDA DE CLORO
	GRAMOS	mg/L			LIBRE mg/L	TOTAL mg/L	COMBINADO mg/L	
1	0.033	0.51	02:50	03:20	0.24	0.39	0.15	0.12
2	0.066	1.02	02:53	03:23	0.75	0.87	0.12	0.15
3	0.099	1.53	02:56	03:26	0.77	1.23	0.46	0.3
4	0.132	2.04	02:59	03:29	1.53	1.82	0.29	0.22
5	0.165	2.55	03:02	03:32	2.03	2.15	0.12	0.4
6	0.198	3.06	03:05	03:35	2.20	2.38	0.18	0.68
7	0.231	3.57	03:08	03:38	2.42	2.54	0.12	1.03
8	0.264	4.08	03:11	03:41	3.2	3.58	3.2	0.5
9	0.297	4.59	03:14	03:44	3.62	3.88	0.26	0.71
10	0.330	5.11	03:17	03:47	4.26	4.50	0.24	0.61

DEMANDA DE CLORO = Miligramos de Cloro Adicionado - Miligramos de Cloro Residual Total





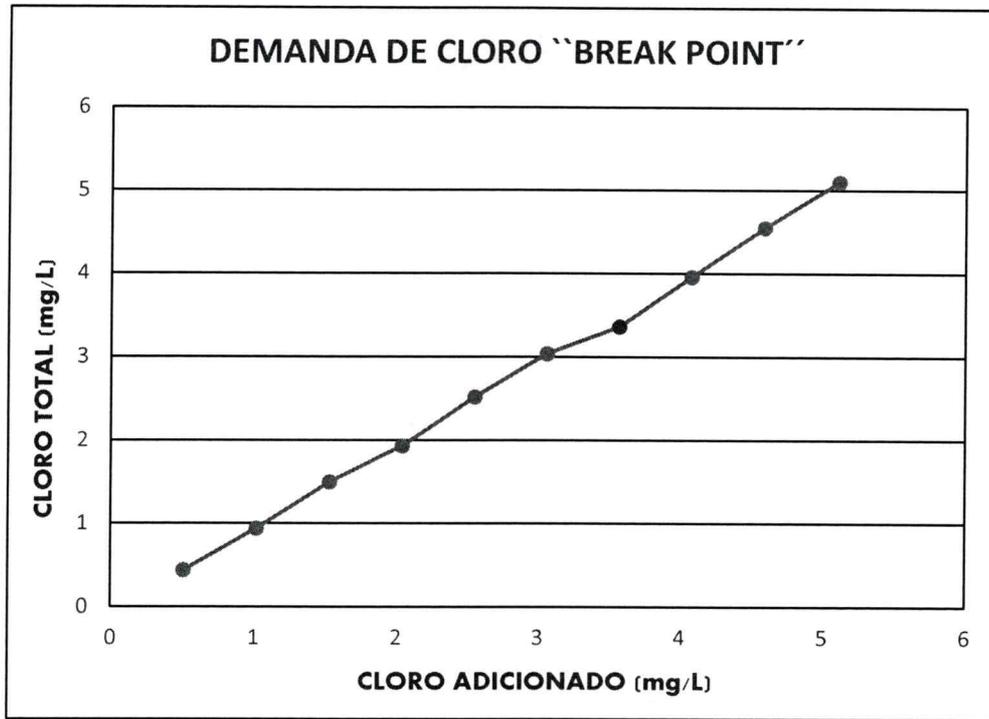
BREAK POINT: 3,57 mg/L
Cloro Residual Total a salida de PTAP: 2,54 mg/L



DETERMINACION DE LA DEMANDA DE CLORO EN PTAP	
TURBIEDAD : 0.53 UNT	TIEMPO DE CONTACTO = 30 MINUTOS
COLOR : 0 UC.	Volumen analizado: 42 litros
pH : 7.22	Concentración del hipoclorito de calcio, 65%
AGUA : FILTRADA	
FECHA : 19/11/2024	

RECIPIENTES	CLORO ADICIONADO		HORA ADICIÓN	HORA ANÁLISIS	CLORO RESIDUAL			DEMANDA DE CLORO
	GRAMOS	mg/L			LIBRE mg/L	TOTAL mg/L	COMBINADO mg/L	
1	0.033	0.51	02:50	03:20	0.38	0.44	0.06	0.07
2	0.066	1.02	02:53	03:23	0.85	0.94	0.09	0.08
3	0.099	1.53	02:56	03:26	1.31	1.5	0.19	0.03
4	0.132	2.04	02:59	03:29	1.64	1.93	0.29	0.11
5	0.165	2.55	03:02	03:32	2.48	2.52	0.04	0.03
6	0.198	3.06	03:05	03:35	2.74	3.04	0.3	0.02
7	0.231	3.57	03:08	03:38	3.35	3.36	0.01	0.21
8	0.264	4.08	03:11	03:41	3.84	3.96	3.2	0.12
9	0.297	4.59	03:14	03:44	4.52	4.55	0.03	0.04
10	0.330	5.11	03:17	03:47	5.08	5.10	0.02	0.01

DEMANDA DE CLORO = Miligramos de Cloro Adicionado - Miligramos de Cloro Residual Total



BREAK POINT: 3,57 mg/L
Cloro Residual Total a salida de PTAP: 3.36 mg/L

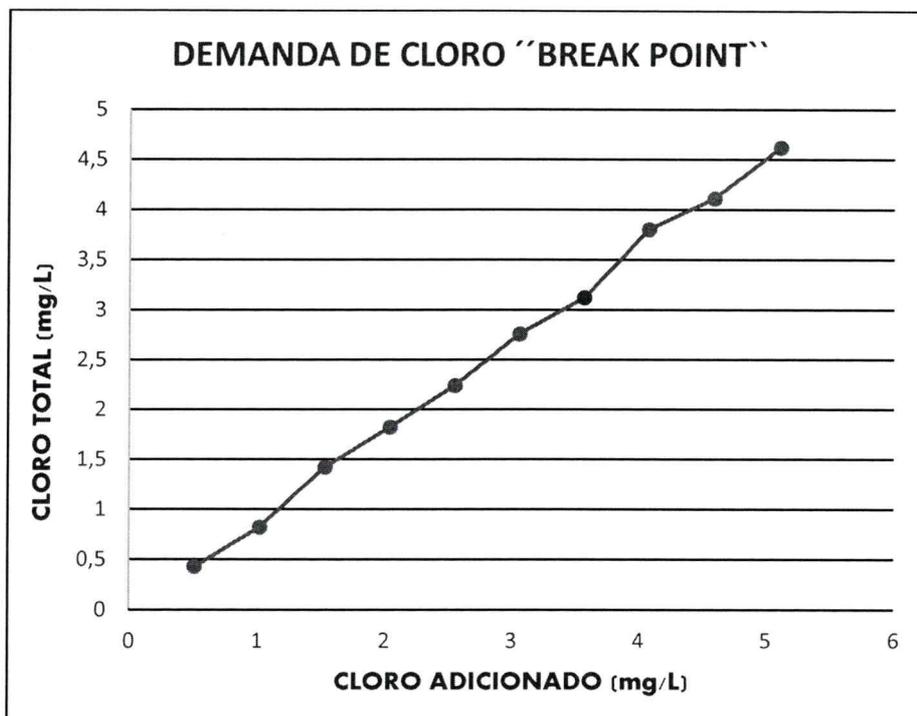
DETERMINACION DE LA DEMANDA DE CLORO EN PTAP

TURBEDAD : 0.31 NT
COLOR : 0.0 UC
pH : 7.24
AGUA : FILTRADA
FECHA : 20/11/2024

TIEMPO DE CONTACTO = 30 MINUTOS
Volumen analizado: 42 litros
Concentración del hipoclorito de calcio, 65%

RECIPIENTES	CLORO ADICIONADO		HORA ADICIÓN	HORA ANÁLISIS	CLORO RESIDUAL			DEMANDA DE CLORO
	GRAMOS	mg/L			LIBRE mg/L	TOTAL mg/L	COMBINADO mg/L	
1	0.033	0.51	02:50	03:20	0.41	0.43	0.02	0.08
2	0.066	1.02	02:53	03:23	0.81	0.82	0.01	0.2
3	0.099	1.53	02:56	03:26	1.32	1.42	0.1	0.11
4	0.132	2.04	02:59	03:29	1.72	1.82	0.1	0.22
5	0.165	2.55	03:02	03:32	2.18	2.24	0.06	0.31
6	0.198	3.06	03:05	03:35	2.52	2.76	0.24	0.30
7	0.231	3.57	03:08	03:38	2.50	2.60	0.10	0.97
8	0.264	4.08	03:11	03:41	3.76	3.80	3.2	0.28
9	0.297	4.59	03:14	03:44	3.93	4.11	0.18	0.48
10	0.330	5.11	03:17	03:47	4.44	4.62	0.18	0.49

DEMANDA DE CLORO = Miligramos de Cloro Adicionado - Miligramos de Cloro Residual Total



BREAK POINT: 3.57 mg/L
Cloro Residual Total a salida de PTAP: 3.12 mg/L



DETERMINACION DE LA DEMANDA DE CLORO EN PTAP

TURBIEDAD : 0.41 UNT	TIEMPO DE CONTACTO = 30 MINUTOS
COLOR : 0 UC.	Volumen analizado: 42 litros
pH : 7.18	Concentración del hipoclorito de calcio, 65%
AGUA : FILTRADA	
FECHA : 22/11/2024	

RECIPIENTES	CLORO ADICIONADO		HORA ADICIÓN	HORA ANÁLISIS	CLORO RESIDUAL			DEMANDA DE CLORO
	GRAMOS	mg/L			LIBRE mg/L	TOTAL mg/L	COMBINADO mg/L	
1	0.034	0.53	02:50	03:20	0.16	0.19	0.03	0.34
2	0.068	1.05	02:53	03:23	0.58	0.6	0.02	0.45
3	0.102	1.58	02:56	03:26	1.18	1.32	0.14	0.26
4	0.136	2.1	02:59	03:29	1.77	1.81	0.04	0.29
5	0.170	2.63	03:02	03:32	2.38	2.56	0.18	0.07
6	0.204	3.16	03:05	03:35	2.90	3.14	0.24	0.02
7	0.238	3.68	03:08	03:38	3.36	3.42	0.06	0.26
8	0.272	4.21	03:11	03:41	3.7	4.00	0.3	0.21
9	0.306	4.74	03:14	03:44	4.61	4.7	0.09	0.04
10	0.340	5.26	03:17	03:47	5.13	5.20	0.07	0.06

DEMANDA DE CLORO = Miligramos de Cloro Adicionado - Miligramos de Cloro Residual Total

15.1 Operación de Puesta en Marcha

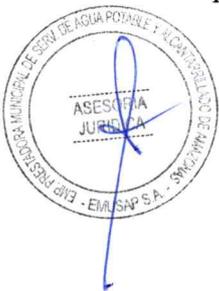
- Manipular el cilindro de cloro y colocarlo en la balanza para determinar el peso del cloro líquido, asegurarlo con el dispositivo existente.
- Anotar en el formato de control el peso neto del cilindro del cloro líquido gaseoso.
- Quitar la tapa de protección del cilindro, usando las herramientas adecuadas llave inglesa para abrir y cerrar la válvula del cilindro del cloro gas).
- Colocar un empaque nuevo de PVC en la válvula auxiliar.
- Colocar el equipo en el cabezal del cilindro, coincidiendo la tuerca de la válvula del cilindro y afirmar la unión por medio de una llave inglesa ajustable para abrir y cerrar la válvula del cilindro del cloro gas.
- Abrir lentamente la válvula del cilindro accionándolo según el giro de las manecillas del reloj.
- Verificar si existen fugas de cloro, utilizando una solución de amoníaco, se deben chequear todas las unidades.
- Abrir la válvula del rotámetro para hacer pasar la cantidad adecuada de dosificación de cloro.

15.2 Operación Normal

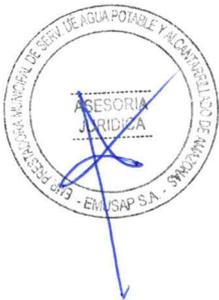
- Ajustar la dosificación a la requerida rotando la perilla del dosificador, hacia la derecha aumenta la dosificación.
- Determinar el cloro residual libre y total a la salida del reservorio y anotarlo en el formato de control, se recomienda que el cloro residual libre salga entre 1.60 y 1.80 ppm.
- Verificar la existencia de fugas, por lo menos una vez al día, en todas las uniones y conexiones de la instalación, no se debe tolerar ninguna fuga de cloro.

16. PARAMETROS DE CONTROL DE PROCESOS

Rutinariamente se deben efectuar los análisis de los parámetros que sirven para controlar la calidad del agua tratada de manera que se asegure una buena eficiencia, estos parámetros se encuentran especificados en el siguiente cuadro.



FORMATO DE CONTROL DE PROCESOS EN PTAP				
AÑO		MES		
PARÁMETROS DE CONTROL DE PROCESOS				
ENSAYOS	ENTRADA A LA PLANTA	SALIDA DECANTADORES	SALIDA DE FILTROS	SALIDA DE PLANTA
Turbiedad UNT	X	X	X	X
pH	X	X	X	X
Color uC.	X	X	X	X
Alcalinidad mg/l CaCO ₃	X			X
Cobre mg/l Cu.				X
Aluminio mg/l Al.				X
Sabor y Olor				X
Temperatura °C	X	X	X	X
Cloro Residual Libre				X
Prueba de Jarras	X			



ANEXOS

FORMATO DE CONTROL DE PROCESOS EN PTAP				
AÑO		MES		
PARÁMETROS DE CONTROL DE PROCESOS				
ENSAYOS	ENTRADA A LA PLANTA	SALIDA DECANTADORES	SALIDA DE FILTROS	SALIDA DE PLANTA
Turbiedad UNT	X	X	X	X
pH	X	X	X	X
Color uC.	X	X	X	X
Alcalinidad mg/l CaCO ₃	X			X
Cobre mg/l Cu.				X
Aluminio mg/l Al.				X
Sabor y Olor				X
Temperatura °C	X	X	X	X
Cloro Residual Libre				X
Prueba de Jarras	X			

