



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y
Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

**Análisis comparativo de métodos de coagulación para la remoción de contaminantes
fisicoquímicos en aguas del Río Huaura - Huaura**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores

Edilson Almir Quinteros Panta

Enrique Raul Lopez Pariachi

Asesora

Mg. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco

Huacho - Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

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

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Enrique Raul Lopez Pariachi	73706428	23/12/2025
Edilson Almir Quinteros Panta	72535959	23/12/2025
DATOS DEL ASESOR		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco	46741141	0000-0002-4204-7320
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Segundo Rolando Alvites Vigo	26620605	0000-0002-6243-079X
María del Rosario Grados Olivera	15736587	0000-0002-3004-0252
Lucero Katherine Castro Tena	70837735	0000-0002-6770-8615

2025-093613 Enrique Raul Lopez Pariachi 2025-0936...

Análisis comparativo de métodos de coagulación para la remoción de contaminantes fisicoquímicos en aguas del río Hu...

 Quick Submit

 Quick Submit

 Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental 2025

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3407088839

Fecha de entrega

11 nov 2025, 3:20 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

11 nov 2025, 3:28 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

ontaminantes_fisicoqu_micos_en_aguas_del_r_o_Huaura_-_Huaura.pdf

Tamaño del archivo

6.1 MB

168 páginas

48.253 palabras

234.494 caracteres



Página 2 de 183 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3407088839

14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

13%  Fuentes de Internet

6%  Publicaciones

6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis principalmente a Dios, fuente de fuerza y guía, por sostenerme con su amor incondicional y brindarme la fe necesaria para culminar este camino académico; a mi padre, Raúl, estibador valiente, cuya disciplina y entrega diaria me enseñaron que el esfuerzo con sentido construye grandeza; a mi madre, Delia, arquitecta silenciosa del hogar, cuyo amor permanente y su cuidado desinteresado fueron mi refugio y mi impulso; y a mi hermana, Nissay, cuyo corazón generoso y su apoyo constante iluminaron cada paso del proceso. Este logro es tan suyo como mío, forjado por su compromiso, su aliento y su presencia inquebrantable.

Enrique Raul Lopez Pariachi

A mi hijo, fuente de inspiración y motivo principal de mi esfuerzo, a quien dedico este logro como testimonio del compromiso con su futuro. A mi pareja, por su apoyo constante, comprensión y acompañamiento en cada etapa de este proceso académico y personal.

Edilson Almir Quinteros Panta

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios, por ser mi guía espiritual y sostén en cada etapa de este proceso académico; a mi familia, en especial a mi padre, Raúl, incansable estibador que me enseñó con su ejemplo diario que la perseverancia y el trabajo honesto son los cimientos del éxito; a mi madre, Delia, cuyo amor incondicional y dedicación silenciosa dieron forma al refugio emocional que me permitió avanzar; a mi hermana, Nissay, cuya generosidad y compañía constante iluminaron mis momentos de duda y cansancio; a mi enamorada, Gueraldine, cuya ternura, inmensa paciencia y máximo aliento me reconfortaron en momentos donde más lo necesitaba; a mi universidad, por brindarme el entorno, las herramientas y el conocimiento fundamentales para mi formación profesional; a mis profesores y, de manera especial, a mi asesor de tesis, por compartir su experiencia, dedicación y guía académica que orientaron este trabajo; y finalmente, a todos aquellos que, directa o indirectamente, contribuyeron con su apoyo, ánimo y confianza en este proyecto. Este logro es tan suyo como mío y lo comparto con gratitud infinita.

Enrique Raul Lopez Pariachi

Expreso mi más sincero agradecimiento a mis padres, cuyo esfuerzo, guía y valores han sido fundamentales en mi formación. Su apoyo incondicional y confianza en mis capacidades han hecho posible la culminación de esta meta académica y profesional.

Edilson Almir Quinteros Panta

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE	V
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivo de la investigación	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.	2
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.5 Delimitación del estudio.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO	5
2.1 Antecedentes de la Investigación	5
2.1.1 Investigaciones internacionales	5
2.1.2 Investigaciones nacionales.....	7
2.2 Bases teóricas	9
2.3 Definición de términos básicos	13
2.4 Hipótesis de Investigación.....	17
2.4.1 Hipótesis general.....	17
2.4.2 Hipótesis específicas.....	17
2.5 Operacionalización de las variables	18
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	19
3.1 Diseño metodológico.....	19
3.2 Población y Muestra	20
3.2.1 Población	20
3.2.2 Muestra	21
3.3 Técnicas de Recolección de datos	21

3.4	Técnica para el procesamiento de información	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		25
4.1	Análisis de resultados	25
4.2	Contrastación de hipótesis	125
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN		130
5.1	Discusión de resultados	130
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		132
6.1	Conclusiones.....	132
6.2	Recomendaciones	133
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		134
7.1	Referencias bibliográficas	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación de los puntos de Monitoreo – Río Huaura	4
Tabla 2: Parámetros físicoquímicos de acuerdo al ECA para agua	12
Tabla 3: Operacionalización de Variables.....	18
Tabla 4: Puntos de monitoreo de la toma de muestra – río Huaura	19
Tabla 5: Proceso del muestreo de agua	21
Tabla 6: Procedimiento de la prueba de Jarras y medición de parámetros	22
Tabla 7: ECA agua, Categoría 3: Riego de vegetales (D1) y C1: A1	23
Tabla 8: Resultados de parámetros analizados en campo	25
Tabla 9: Variación del pH aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01	26
Tabla 10: Variación del pH aplicando el $Fe_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01.....	27
Tabla 11: Variación del pH aplicando el $FeCl_3$ en el EM-MCRC-01	28
Tabla 12: Variación del pH aplicando el $AlCl_3$ en el EM-MCRC-01	29
Tabla 13: Variación del pH aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02	30
Tabla 14: Variación del pH aplicando el $Fe_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02.....	31
Tabla 15: Variación del pH aplicando el $FeCl_3$ en el EM-MCRC-02.....	32
Tabla 16: Variación del pH aplicando el $AlCl_3$ en el EM-MCRC-02	33
Tabla 17: Variación del pH aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08	34
Tabla 18: Variación del pH aplicando el $Fe_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08.....	35
Tabla 19: Variación del pH aplicando el $FeCl_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08.....	36
Tabla 20: Variación del pH aplicando el $AlCl_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08	37
Tabla 21: Variación del pH aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08	38
Tabla 22: Variación del pH aplicando el $Fe_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08.....	39
Tabla 23: Variación del pH aplicando el $FeCl_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08.....	40
Tabla 24: Variación del pH aplicando el $AlCl_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08	41
Tabla 25: Resumen de variación de pH con la aplicación de coagulantes el 27/07/2025	42
Tabla 26: Resumen de variación de pH con la aplicación de coagulantes el 23/08/2025	43
Tabla 27: Promedio de resultados de la efectividad de los coagulantes - pH	45
Tabla 28: Variación de la conductividad aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01	46
Tabla 29: Variación de la conductividad aplicando el $Fe_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01	47
Tabla 30: Variación de la conductividad aplicando el $FeCl_3$ en el EM-MCRC-01	49
Tabla 31: Variación de la conductividad aplicando el $AlCl_3$ en el EM-MCRC-01.....	50
Tabla 32: Variación de la conductividad aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02	51

Tabla 33:	<i>Variación de la conductividad aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02</i>	52
Tabla 34:	<i>Variación de la conductividad aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02</i>	54
Tabla 35:	<i>Variación de la conductividad aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02</i>	55
Tabla 36:	<i>Variación de la conductividad con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08</i>	56
Tabla 37:	<i>Variación de la conductividad con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08</i>	57
Tabla 38:	<i>Variación de la conductividad con FeCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08</i>	58
Tabla 39:	<i>Variación de la conductividad con AlCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08</i>	60
Tabla 40:	<i>Variación de la conductividad con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08</i>	61
Tabla 41:	<i>Variación de la conductividad con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08</i>	62
Tabla 42:	<i>Variación de la conductividad con FeCl_3 en el EM-MCRC-02 el 23/08</i>	63
Tabla 43:	<i>Variación de la conductividad con AlCl_3 en el EM-MCRC-02 el 23/08</i>	65
Tabla 44:	<i>Resumen de variación de la conductividad con coagulantes el 27/07/2025</i>	66
Tabla 45:	<i>Resumen de variación de la conductividad con coagulantes - 23/08/2025</i>	68
Tabla 46:	<i>Promedio de variación de la conductividad del 27/07/2025 y 23/08/2025</i>	70
Tabla 47:	<i>Resultados de variación del color con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01</i>	71
Tabla 48:	<i>Resultados de variación del color con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01</i>	73
Tabla 49:	<i>Resultados de variación del color con FeCl_3 en el EM-MCRC-01</i>	74
Tabla 50:	<i>Resultados de variación del color con AlCl_3 en el EM-MCRC-01</i>	75
Tabla 51:	<i>Resultados de variación del color con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02</i>	77
Tabla 52:	<i>Resultados de variación del color con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02</i>	78
Tabla 53:	<i>Resultados de variación del color con FeCl_3 en el EM-MCRC-02</i>	79
Tabla 54:	<i>Resultados de variación del color con AlCl_3 en el EM-MCRC-02</i>	80
Tabla 55:	<i>Resultados de variación del color con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en EM-MCRC-01 – 23/08</i>	82
Tabla 56:	<i>Resultados de variación del color con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08</i>	83
Tabla 57:	<i>Resultados de variación del color con FeCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08</i>	84
Tabla 58:	<i>Resultados de variación del color con AlCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08</i>	85
Tabla 59:	<i>Resultados de variación del color con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en EM-MCRC-02 – 23/08</i>	87
Tabla 60:	<i>Resultados de variación del color con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08</i>	88
Tabla 61:	<i>Resultados de variación del color con FeCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08</i>	89
Tabla 62:	<i>Resultados de variación del color con AlCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08</i>	90
Tabla 63:	<i>Resumen de variación del color con coagulantes - 27/07/2025</i>	92
Tabla 64:	<i>Resumen de variación del color con coagulantes – 23/08/2025</i>	94
Tabla 65:	<i>Promedio de variación del color del 27/07/2025 y 23/08/2025</i>	96
Tabla 66:	<i>Resultados de variación de TDS con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01</i>	97

Tabla 67:	<i>Resultados de variación de TDS con $Fe_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01</i>	98
Tabla 68:	<i>Resultados de variación de TDS con $FeCl_3$ en el EM-MCRC-01</i>	100
Tabla 69:	<i>Resultados de variación de TDS con $AlCl_3$ en el EM-MCRC-01</i>	101
Tabla 70:	<i>Resultados de variación de TDS con $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02</i>	102
Tabla 71:	<i>Resultados de variación de TDS con $Fe_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02</i>	103
Tabla 72:	<i>Resultados de variación de TDS con $FeCl_3$ en el EM-MCRC-02</i>	104
Tabla 73:	<i>Resultados de variación de TDS con $AlCl_3$ en el EM-MCRC-02</i>	106
Tabla 74:	<i>Variación de TDS con $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08</i>	107
Tabla 75:	<i>Variación de TDS con $Fe_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08</i>	108
Tabla 76:	<i>Variación de TDS con $FeCl_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08</i>	109
Tabla 77:	<i>Variación de TDS con $AlCl_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08</i>	110
Tabla 78:	<i>Variación de TDS con $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08</i>	112
Tabla 79:	<i>Variación de TDS con $Fe_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08</i>	113
Tabla 80:	<i>Variación de TDS con $FeCl_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08</i>	114
Tabla 81:	<i>Variación de TDS con $AlCl_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08</i>	115
Tabla 82:	<i>Resumen de variación de los TDS con coagulantes - 27/07/2025</i>	117
Tabla 83:	<i>Resumen de variación de los TDS con coagulantes – 23/08/2025</i>	119
Tabla 84:	<i>Promedio de variación de los TDS del 27/07/2025 y 23/08/2025</i>	121
Tabla 85:	<i>Resumen de resultados obtenidos en campo y laboratorio</i>	123
Tabla 86:	<i>Promedio de resultados obtenidos con aplicación de coagulantes</i>	124
Tabla 87:	<i>Prueba de hipótesis - HG</i>	125
Tabla 88:	<i>Pruebas de efectos inter-sujetos de la conductividad</i>	126
Tabla 89:	<i>Pruebas de efectos inter-sujetos del color</i>	127
Tabla 90:	<i>Pruebas de efectos inter-sujetos del pH</i>	128
Tabla 91:	<i>Cadena de Custodia para registro de datos del monitoreo agua</i>	139
Tabla 92:	<i>Reverso de Cadena de Custodia para registro del monitoreo agua</i>	140
Tabla 93:	<i>Resultados del monitoreo de agua en campo 27/07/25</i>	141
Tabla 94:	<i>Reverso de los resultados del monitoreo de agua en campo 27/07/25</i>	142
Tabla 95:	<i>Resultados del monitoreo de agua en campo 23/08/25</i>	143
Tabla 96:	<i>Reverso de los resultados del monitoreo de agua en campo 23/08/25</i>	144
Tabla 97:	<i>Ficha de registro de datos EC-MCRC-01 27/07/25</i>	145
Tabla 98:	<i>Ficha de registro de datos EC-MCRC-02 27/07/25</i>	146
Tabla 99:	<i>Ficha de registro de datos EC-MCRC-01 23/08/25</i>	147
Tabla 100:	<i>Ficha de registro de datos EC-MCRC-02 23/08/25</i>	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del estudio para la aplicación del método de coagulación	4
Figura 2: Ubicación de los puntos de monitoreo – río Huaura	19
Figura 3: Variación del pH aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01	26
Figura 4: Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01	27
Figura 5: Variación del pH aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01	28
Figura 6: Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01	29
Figura 7: Variación del pH aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02	30
Figura 8: Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02	31
Figura 9: Variación del pH aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02	32
Figura 10: Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02	33
Figura 11: Variación del pH aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08	34
Figura 12: Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08	35
Figura 13: Variación del pH aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08	36
Figura 14: Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08	37
Figura 15: Variación del pH aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08	38
Figura 16: Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08	39
Figura 17: Variación del pH aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02 el 23/08	40
Figura 18: Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02 el 23/08	41
Figura 19: Variación del pH con la aplicación de coagulantes – 27/07/2025.....	43
Figura 20: Variación del pH con la aplicación de coagulantes – 23/08/2025.....	44
Figura 21: Promedio de resultados de la efectividad de los coagulantes para el pH	46
Figura 22: Variación de la conductividad aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 ...	47
Figura 23: Variación de la conductividad aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 ...	48
Figura 24: Variación de la conductividad aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01	49
Figura 25: Variación de la conductividad aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01	51
Figura 26: Variación de la conductividad aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 ...	52
Figura 27: Variación de la conductividad aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 ...	53
Figura 28: Variación de la conductividad aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02	54
Figura 29: Variación de la conductividad aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02	55
Figura 30: Variación de la conductividad con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08 ...	57
Figura 31: Variación de la conductividad con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08 ...	58

Figura 32: Variación de la conductividad con FeCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08.....	59
Figura 33: Variación de la conductividad con AlCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08.....	60
Figura 34: Variación de la conductividad con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08 ...	62
Figura 35: Variación de la conductividad con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08 ...	63
Figura 36: Variación de la conductividad con FeCl_3 en el EM-MCRC-02 el 23/08.....	64
Figura 37: Variación de la conductividad con AlCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08.....	65
Figura 38: Variación de la conductividad con coagulantes – 27/07/2025	67
Figura 39: Variación de la conductividad con coagulantes – 23/08/2025	69
Figura 40: Promedio de variación de la conductividad del 27/07/2025 y 23/08/2025	71
Figura 41: Variación del color aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01.....	72
Figura 42: Variación del color aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01.....	73
Figura 43: Variación del color aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01	75
Figura 44: Variación del color aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01	76
Figura 45: Variación del color aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02.....	77
Figura 46: Variación del color aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02.....	79
Figura 47: Variación del color aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02	80
Figura 48: Variación del color aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02	81
Figura 49: Variación del color con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08	82
Figura 50: Variación del color con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 - 23/08.....	84
Figura 51: Variación del color aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08.....	85
Figura 52: Variación del color con AlCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08.....	86
Figura 53: Variación del color con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08	87
Figura 54: Variación del color con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 - 23/08.....	89
Figura 55: Variación del color aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08.....	90
Figura 56: Variación del color con AlCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08.....	91
Figura 57: Variación del color con coagulantes – 27/07/2025	93
Figura 58: Variación del color con coagulantes – 23/08/2025	95
Figura 59: Promedio de variación del color del 27/07/2025 y 23/08/2025.....	97
Figura 60: Variación del TDS aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01	98
Figura 61: Variación del TDS aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01	99
Figura 62: Variación del TDS aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01.....	100
Figura 63: Variación del TDS aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01.....	102
Figura 64: Variación del TDS aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02	103
Figura 65: Variación del TDS aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02	104

Figura 66: Variación del TDS aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02.....	105
Figura 67: Variación del TDS aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02.....	106
Figura 68: Variación del TDS aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08	107
Figura 69: Variación del TDS aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08	109
Figura 70: Variación del TDS aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08.....	110
Figura 71: Variación del TDS aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08.....	111
Figura 72: Variación del TDS aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08	112
Figura 73: Variación del TDS aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08	113
Figura 74: Variación del TDS aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08.....	115
Figura 75: Variación del TDS aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08.....	116
Figura 76: Variación del TDS aplicando coagulantes el 27/07/2025	118
Figura 77: Variación del TDS aplicando coagulantes el 23/08/2025	120
Figura 78: Promedio de variación del TDS del 27/07/2025 y 23/08/2025	122
Figura 79: Monitoreo de agua en el río Huaura – 27/07/25	149
Figura 80: Monitoreo de agua en el río Huaura – 23/08/25	149
Figura 81: Registro de información de campo en cadena de custodia	150
Figura 82: Resultado de la conductividad en campo 23/08/25	150
Figura 83: Resultados de los TDS obtenidos en campo.....	151
Figura 84: Aplicación de la prueba de jarras (Jar Test) en laboratorio	151
Figura 85: Aplicación de los coagulantes en laboratorio	152
Figura 86: Resultado de color obtenido en laboratorio al aplicar $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	152
Figura 87: Resultado del pH obtenido en laboratorio al aplicar cloruro férrico	153
Figura 88: Resultados de los sólidos totales disueltos en laboratorio	153

RESUMEN

Objetivo: Realizar el análisis comparativo de métodos de coagulación para la remoción de contaminantes fisicoquímicos en aguas del río Huaura – Huaura. **Metodología:** La investigación se realizó en 2 puntos de monitoreo con muestras del agua del río Huaura; es de tipo aplicada, de nivel explicativa, con un diseño experimental y enfoque cuantitativo. El monitoreo de agua fue desarrollado en 2 fechas (27/07/2025 y 23/08/2025); para la remoción de los contaminantes fisicoquímicos se aplicaron los coagulantes de sulfato de aluminio, sulfato férrico, cloruro de aluminio y cloruro férrico, con una dosis de 20, 25 y 30 mg/L, utilizando para el análisis de comparación el ECA para agua DS N° 004-2017-MINAM. **Resultados:** Los datos obtenidos en campo como en laboratorio mostraron en todo momento el cumplimiento del ECA para agua. Una vez analizado los coagulantes a distintas dosis, se evidenció que, el pH tiene una mayor estabilidad cuando se aplica una dosis de 25 mg/L de AlCl_3 , el coagulante de FeCl_3 es más efectivo para la remoción del color del agua con una dosificación de 20 mg/L, para el equilibrio de la conductividad el más idóneo es el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ con una aplicación de 25 mg/L, y para los TDS se visualizó que existe un equilibrio cuando se adiciona el AlCl_3 de 25 mg/L. **Conclusión:** Una vez analizados los resultados de manera general para la remoción de contaminantes fisicoquímicos del río Huaura, el FeCl_3 se mostró como coagulante idóneo frente a los demás, manteniendo un mayor equilibrio de los parámetros analizados.

Palabra clave: Métodos de coagulación, remoción de coagulantes fisicoquímicos, coagulantes.

ABSTRACT

Objective: To conduct a comparative analysis of coagulation methods for the removal of physicochemical contaminants in the waters of the Huaura River – Huaura. **Methodology:** The research was carried out at two monitoring points with samples of water from the Huaura River. It is applied research, explanatory in nature, with an experimental design and a quantitative approach. Water monitoring was carried out on two dates (July 27, 2025, and August 23, 2025). aluminum sulfate, ferric sulfate, aluminum chloride, and ferric chloride coagulants were applied at doses of 20, 25, and 30 mg/L to remove physicochemical contaminants, using ECA for water DS No. 004-2017-MINAM for comparative analysis. **Results:** The data obtained in the field and in the laboratory showed compliance with the ECA for water at all times. After analyzing the coagulants at different doses, it was found that the pH is more stable when a dose of 25 mg/L of AlCl_3 is applied, the FeCl_3 coagulant is more effective for removing color from water at a dosage of 20 mg/L, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ is most suitable for balancing conductivity with an application of 25 mg/L, and for TDS, a balance was observed when 25 mg/L of AlCl_3 was added. **Conclusion:** After analyzing the overall results for the removal of physicochemical contaminants from the Huaura River, FeCl_3 proved to be the most suitable coagulant compared to the others, maintaining a greater balance of the parameters analyzed.

Keyword: Coagulation methods, removal of physicochemical coagulants, coagulants.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso fundamental para el desarrollo de la vida en el planeta, sirviendo no solamente para cubrir la necesidad de beber e hidratarse, sino como un agente regulador de los ecosistemas terrestres, equilibrio que contribuye con la subsistencia de la vida. Y es que los problemas de contaminación presentes en el agua, acompañado por la crisis climática contribuyen a una escasez de la misma; aunque la lluvia es la principal fuente de abastecimiento de este recurso, que gracias a su ciclo recorren ríos, humedales y lagos, el agotamiento del agua es palpable en muchos lugares. Esta ausencia puede desatar problemas a la salud, migraciones, cambio en las relaciones diplomáticas, entre otros, por lo que su cuidado y su uso deben ser conscientes. (Fundación Aquae, 2025)

El río Huaura cumple un rol importante en el desarrollo socioeconómico de las provincias, utilizado principalmente para la ganadería, la agricultura y uso doméstico en algunos sectores, no obstante, los contaminantes fisicoquímicos como es la turbidez, el color, entre otros, comprometen su aprovechamiento sostenible. La identificación de estos contaminantes es importante para garantizar el consumo y la seguridad hídrica del río.

La coagulación de los contaminantes fisicoquímicos ayuda en la eliminación de partículas y sustancias que pueden afectar la calidad del agua. Proceso que consiste en la desestabilización de partículas, adicionando coagulantes como el (sulfato de aluminio, sulfato férrico, cloruro de aluminio y cloruro férrico). El análisis comparativo de los métodos de coagulación resulta importante ya que permitirá conocer cuál de los métodos es más eficiente. En ese sentido la investigación ha buscado analizar los métodos de coagulación con aguas del río Huaura y comparar su efectividad entre estos a fin de verificar las variaciones de la conductividad, Sólidos totales disueltos, color y pH.

Esta investigación permitió generar nuevos resultados que servirá de ayuda para los administradores locales del recurso hídrico, contribuyendo con alternativas de tratamiento sostenibles. Así mismo servirá como antecedente para futuras investigaciones de potabilización del agua del río Huaura y del control de sus contaminantes fisicoquímicos en la cuenca, fortaleciendo también los conocimientos de los procesos de coagulación de acuerdo a la realidad local, en beneficio de la preservación ambiental y la calidad de vida de los pobladores que se hacen uso de este recurso.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Según las Naciones Unidas (2018), En el mundo aproximadamente el 80% de las aguas residuales son liberadas de nuevo al ambiente sin ningún tipo de tratamiento o reutilización, lo cual genera una problemática donde alrededor de 1.800 millones de individuos se abastecen de fuentes de agua potable que se encuentran con agentes patógenos, principalmente con coliformes fecales, lo que los pone en peligro de contraer enfermedades. Las aguas residuales, lejos de ser algo que se debe desechar o ignorar, jugarán un papel crucial en la satisfacción de la creciente necesidad de agua en ciudades que crecen rápidamente, sin embargo, el incremento de la cantidad de aguas residuales sin tratar, además de la escorrentía agrícola y los vertidos industriales, ha deteriorado la calidad del agua y contaminado los recursos hídricos a nivel global.

El agua juega un papel importante en el desarrollo de actividades y para la supervivencia de las personas, los cuales suministran agua potable, uso en actividades domésticas, industriales, etc. Hoy en día existe una crisis del recurso hídrico debido a la globalización (crecimiento de las actividades industriales, incremento de zonas residenciales y comerciales y actividades agrícolas), los cuales producen aguas residuales. Estos problemas se han convertido en un desafío para poder solucionarlas, su tratamiento para reducir los contaminantes presentes en el agua es indispensable, como es el caso del método común aplicando métodos como los fisicoquímicos (adsorción y coagulación), pues contribuyen en la eliminación de contaminantes, estos métodos están estrechamente relacionados con el pH, temperatura, la dosis que se aplica y el tiempo de contacto. (Sukmana et al., 2021).

De acuerdo a lo manifestado por Sánchez et al. (2022), La problemática de la calidad del agua dependen principalmente de los parámetros fisicoquímicos y características biológicas, evaluar esos parámetros es fundamental para identificar la concentración y la fuente de la carga contaminante, así mismo detalla que la disponibilidad de un agua “de buena calidad” es necesario para la prevención de enfermedades y la mejora de calidad de vida, investigación realizada en río Chillón, cuyos resultados no cumplieron con los estándares de calidad establecidos en la normativa, el cual lo cataloga como agua de mala calidad que pueden ocasionar efectos negativos al ambiente, la contaminación de suelos, cultivos, a la fauna y a las personas, y finaliza con una recomendación a las autoridades gubernamentales para el monitoreo periódico de los ríos, todo esto para la mejora y disminución de la contaminación de su estado ecológico.

El río Huaura, ubicado en la Provincia de Huara en la región Lima es una fuente vital e importante para la irrigación de cultivos, sin embargo, con el crecimiento y desarrollo de actividades (principalmente agrícolas) a lo largo de la cuenca del río su calidad ha disminuido significativamente. Adicional a ello las descargas de aguas residuales directas sin tratamiento adecuado han incrementado la problemática; todo esto y acompañado de las lluvias intensas río arriba, alteran ciertos parámetros del agua.

Por ello, la necesidad de realizar métodos comparativos de coagulación para la remoción de los contaminantes fisicoquímicos en las aguas del río Huaura es fundamental, para el desarrollo de estrategias de mejora de la calidad del agua y contribuir con la protección de ecosistemas y poblaciones locales. Aunque no se pretende implementar una herramienta eficaz para reducir los contaminantes del río Huaura porque se requieren esfuerzos adicionales para desarrollar esta tecnología a gran escala; pero si de demostrar cuál de los coagulantes son más “poderosos” para la reducción de contaminantes fisicoquímicos en el agua del río.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ✓ ¿Cuál es la eficiencia comparativa de métodos de coagulación para la remoción de contaminantes fisicoquímicos en aguas del río Huaura - Huaura?

1.2.2 Problemas específicos

- ✓ ¿Cuál es la eficiencia de los métodos de coagulación para el control de la conductividad en aguas del río Huaura – Huaura?
- ✓ ¿Cuál es la eficiencia de los métodos de coagulación para la remoción del Color del agua del río – Huaura?
- ✓ ¿Cuál es la eficiencia de los métodos de coagulación para el control del potencial de hidrógeno (pH) en aguas del río Huaura – Huaura?

1.3 Objetivo de la investigación

1.3.1 Objetivo general.

- ✓ Realizar el análisis comparativo de métodos de coagulación para la remoción de contaminantes fisicoquímicos en aguas del río Huaura – Huaura.

1.3.2 Objetivos específicos.

- ✓ Analizar la eficiencia de los métodos de coagulación para el control de la conductividad en aguas del río Huaura – Huaura.
- ✓ Determinar la eficiencia de los métodos de coagulación para la remoción del Color del agua del río Huaura – Huaura.

- ✓ Determinar la eficiencia de los métodos de coagulación para el control del potencial de hidrógeno (pH) en aguas del río Huaura – Huaura.

1.4 Justificación de la investigación

El río Huaura es una fuente importante de agua para actividades domésticas, agrícolas e industriales en la región de Lima. No obstante, las crecientes actividades humanas como en de la agricultura ha provocado un aumento en la presencia de contaminantes fisicoquímicos en los cuerpos de agua. Estos agentes contaminantes representan un riesgo para la población y también para el balance de los ecosistemas acuáticos. La tesis titulada "Comparación de métodos de coagulación para eliminar contaminantes fisicoquímicos en las aguas del río Huaura - Huaura" resulta significativa ya que su objetivo fue determinar cuál es el método de coagulación que mejor funciona para la mejora de la calidad del agua. Comparar diversas técnicas ayudó a elegir la alternativa más eficaz, económica y amigable con el ambiente, beneficiando tanto a las personas que utilizan este recurso hídrico como a la gestión general de los recursos acuíferos.

Justificación teórica.

La técnica de coagulación es frecuentemente empleada en el tratamiento del agua para eliminar contaminantes tales como turbidez, sólidos en suspensión, etc. En teoría, la eficacia de los métodos de coagulación se basó en variables como la cantidad de coagulante utilizada, el nivel de acidez (pH) y la duración de la sedimentación. Este análisis ha sido fundamentado en teorías previamente establecidas sobre la química de los agentes coagulantes y la velocidad de las reacciones que promueven la unión de partículas. Al examinar la conexión entre los agentes coagulantes y las sustancias contaminantes, se obtuvieron datos importantes que podrían ayudar en la creación de nuevas teorías o en la optimización de las ya existentes en el área del tratamiento de aguas.

Justificación práctica.

El río Huaura es esencial para las labores agrícolas e industriales en la zona, razón por la cual la polución en el río impacta directamente en la eficiencia económica y el bienestar de los habitantes locales. Determinar cuál es el método de coagulación más eficaz puede permitir a las instituciones locales implementar medidas que beneficien la calidad del agua a un costo adecuado y con un menor impacto en el ambiente. Asimismo, estos hallazgos pueden ser utilizados como cimiento para la mejora de los sistemas de tratamiento de agua en otras áreas con desafíos parecidos, ampliando sus ventajas a escala nacional y global.

1.5 Delimitación del estudio

Delimitación Espacial

El análisis comparativo de los métodos de coagulación se realizó en la parte baja del río Huaura, en la Provincia de Huaura.



Figura 1: Ubicación del estudio para la aplicación del método de coagulación

Fuente: Google earth, 2024

Tabla 1:

Ubicación de los puntos de Monitoreo – Río Huaura

Estación de Monitoreo	Agua Superficial	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM	
			Este	Norte
EM-MCRC-01	Río	66 msnm	217759	8775160
EM-MCRC-02	Río	87 msnm	219426	8775344

Fuente: Autoría propia, 2024

Delimitación temporal

El monitoreo de agua y la aplicación del método de coagulación se realizó:

- ✓ Mes: Julio - agosto
- ✓ Año: 2025

CAPÍTULO II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Jaramillo (2024), En su estudio efectuado en Calceta, Ecuador, para analizar la eficiencia de los tratamientos fisicoquímicos para la eliminación de sólidos suspendidos de las aguas residuales generadas por el hato porcino de la ESPAM MFL. Para ello ha tomado muestras de agua residual recolectada del pozo séptico procedente del hato porcino en recipientes de 20 litros; antes del tratamiento realizó el análisis de algunos parámetros como es del pH, turbidez, color, sólidos suspendidos, sólidos disueltos y conductividad eléctrica, teniendo un valor de 7.47, 1000 NTU, 500 Pt/Co, 70.97 mg/l, 1180 mg/l y 2361 $\mu\text{S/cm}$ respectivamente; el coagulante utilizado para el tratamiento fue el cloruro férrico y poliacrilamida (PAM) en la aplicación de 4 tratamientos diferentes. Los resultados de la aplicación del cloruro férrico entre 100 y 1000 mg/L y la poliacrilamida entre 5 y 20 mg/L, hacen variar el pH del agua de 8.07 hasta 7.54, así mismo la turbidez se redujo con una variación de 36.775 NTU hasta 5.255 NTU, la conductividad eléctrica tuvo una variación desde 1351 $\mu\text{S/cm}$ hasta 2350,75 $\mu\text{S/cm}$, los sólidos disueltos desde 677.25 mg/L hasta 1155.75 mg/L y los sólidos suspendidos desde 25,75 mg/L hasta 64 mg/L; concluyendo que el proceso de coagulación ha permitido purificar el agua en rangos permitidos.

Noriega (2021), En su estudio desarrollado en la empresa EMCODAZZI E.S.P, Pamplona Colombia, donde evaluó el comportamiento del coagulante Policloruro de Aluminio (PAC -122 y PAC-006) para determinar la dosis adecuada de aplicación en la planta de tratamiento Emcodazzi ESP. Y, antes de realizar el tratamiento se midieron los parámetros del pH, color y turbiedad de la muestra, posteriormente en 4 vasos precipitados se adicionaron la muestra de un litro del agua en cada uno, con los coagulantes y fueron sometidos todas las soluciones a una mezcla rápida de 100 rpm por dos minutos, mezcla lenta de 40 rpm por 20 minutos y tiempo de sedimentación de 20 minutos, con una dosis aplicada de los coagulantes de (10, 15, 25, 30, 32, 35, 40 y 45, 55, 60 y 65 ppm). Los resultados revelan que la dosis ideal de la remoción de la turbidez fue de 55 ppm, y es que redujo la turbidez inicial de 966 NTU en un 99.56% el PAC -122 y en un 98.38% el PAC -006, para la remoción del color que se tenía inicialmente > 500 UPC, la dosis ideal es de 48 ppm, pues redujo en un 100 % ambos floculantes; y para la estabilización de pH la dosis del floculante adecuado es de 48 ppm ya que no existe variación significativa pH y solo ha variado de 7.5 que se tenía inicialmente hasta 7.42 y 7.4. Finalmente concluye que el coagulante de mayor eficiencia es el Policloruro de Aluminio PAC -122 por la eliminación de la turbidez y remoción del color.

Alarcón (2023), En su investigación conducida en Guayaquil, Ecuador, el cual determinó la dosis adecuada del coagulante hidroxiclورو de aluminio, en relación al color y la turbiedad del agua del río guayas para su potabilización. Para ello tomó muestras de agua cada semana hasta llegar a 18 ensayos, y, antes de someterlas a tratamiento fueron analizadas los parámetros de pH, turbidez y color. Los resultados mostraron que la dosis del coagulante de 30 ppm, redujeron en el ensayo 3 la turbiedad desde 176 hasta 0.64 NTU, el pH de 7.37 a 7.17 y el color de 1289 a 13 UPC; la dosis de 40 ppm, redujeron en el ensayo 4 la turbiedad desde 108 hasta 0.75 NTU, el pH de 7.37 a 7.06 y el color de 1220 a 13 UPC; la dosis de 80 ppm, redujeron en el ensayo 8 la turbiedad desde 180 hasta 0.98 NTU, el pH de 7.2 a 6.72 y el color de 1305 a 14 UPC; y por último, la dosis de 10 ppm, redujeron en el ensayo 17 la turbiedad desde 620 hasta 5 NTU, el pH se incrementó de 7.35 a 7.41 y el color disminuyó de 3625 a 15 UPC. Concluyendo que la mayor dosificación no garantiza obtener mejores resultados y que la dosis considerable aplicable del coagulante es de 10 ppm.

Tarqui (2022), En su estudio llevado a cabo en El Alto, Bolivia, para la remoción de la carga contaminante de aguas del río seke de la comunidad de Tacachira, aplicando métodos a nivel de laboratorio. Para ello tomó una muestra total de 20 litros de agua del río, el cual fue analizado los parámetros de turbidez, pH, DQO, conductividad y sólidos totales disueltos, antes de iniciar el tratamiento, posteriormente se preparó la muestra en 4 vasos de precipitado de 500 ml, aplicando el coagulante de sulfato de aluminio en cada vaso la cantidad de (20, 40, 60 y 80 ppm), realizando un total de 6 pruebas con una velocidad agitación rápida de 100 rpm y una espera de 20 minutos luego de aplicar el coagulante. Los resultados hallados muestran que la dosis de aplicación ideal del coagulante (sulfato de aluminio) es de 80 mg/L, pues, para el tratamiento de la turbidez redujo desde 55 UNT hasta 0.61, la conductividad desde 779 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH desde 7.25 hasta 9.79 y para el DQO desde 64 mg/L hasta 23 mg/L.

García & Riveira (2021), En su investigación realizado en el río Magdalena, Salamina, Colombia, donde evaluó la eficiencia del almidón de Achín como agente colaborador del sulfato de aluminio para la remoción del color y la turbidez. Para el desarrollo de su investigación utilizó el método de prueba de jarras en laboratorio, en recipientes de vidrio con capacidad de un litro, que una vez añadida los coagulantes realizó una mezcla rápida y lenta, con una espera de sedimentación de 10 minutos; es preciso señalar que antes de iniciar el tratamiento del agua realizaron el análisis de algunos parámetros como el color, pH, turbidez y sólidos suspendidos cuyos resultados fueron <75 UPC, 5 a 8 de pH, 155 UNT y 84.8 mg/L respectivamente. Los resultados revelan que el almidón de Achín tiene una

capacidad de actuar como coadyuvante del sulfato de aluminio, pues puede disminuir en un 20% la aplicación del sulfato de aluminio, siendo la dosis adecuada en una relación de 80/20 en la concentración de almidón y sulfato de aluminio de 0.5 g/L (dosis de 40 de almidón y 9 ml de sulfato de aluminio); a esta concentración de aplicación la eliminación de turbidez es del 99.04% y del color es del 97.11%.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Rashuaman (2024), En su estudio desarrollado en Huancayo, para realizar un comparativo de la eficiencia del tratamiento para la eliminación de materia orgánica, utilizando los coagulantes de cloruro férrico y *Opuntia ficus-indica* en aguas del río Mantaro. Para la investigación recolectó 6 litros de agua, que han sido separados en recipientes de 2 litros y procesados cada uno de ellos en horarios diferentes. Los parámetros medidos antes y después del tratamiento fueron la Temperatura, pH, turbidez, DQO y conductividad eléctrica; la aplicación de los coagulantes fue de diferentes dosis (10, 20, 30 y 40 mg/L). Los resultados hallados con respecto al coagulante cloruro férrico indicaron un acrecentamiento de la conductividad eléctrica en un 12.95% desde 770 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 836 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras con el coagulante *Opuntia ficus-indica* una ligera disminución de 2.44% llegando hasta 684 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Así mismo tuvo una reducción del pH desde 8 hasta 4.4 con el cloruro férrico y con el *Opuntia ficus-indica* hasta 7.5; así mismo evidenció una disminución de la turbidez desde 48.24 NTU hasta 5.72 NTU con el cloruro férrico y con el *Opuntia ficus-indica* hasta 16.48 NTU; finalmente observó una disminución del DQO₅ desde 95.5 mg/L hasta 84.9 mg/L con el cloruro férrico y con el *Opuntia ficus-indica* un aumento hasta 173.5 mg/L.

Calizaya et al. (2024), En su estudio efectuado en Tacna, realizó un comparativo de la eficiencia del sulfato de aluminio y *Moringa oleífera* para la remoción de la turbidez de las aguas del río Caplina. La recolección de aguas del río se hizo en 3 puntos, los cuales fueron tratados y aplicados los coagulantes con concentraciones de (20, 40 y 60 mg/L). Los resultados han mostrado que el sulfato de aluminio tiene una mayor eficiencia para la reducción de la turbidez, con un 97.08% de eficiencia con la aplicación de 20 mg/L del coagulante, mientras que la *Moringa oleífera* solo un 96.01% en la misma concentración aplicada; Aún con su ligera ventaja del sulfato de aluminio, las semillas de *Moringa* tienen ventajas importantes en la sostenibilidad ambiental, por la no generación de residuos tóxicos y porque es biodegradable. Concluyendo que, si en caso se desea un tratamiento sostenible, la *Moringa oleífera* es una excelente opción.

Huamán (2024), En su estudio llevado a cabo en Huancayo, para determinar la remoción de contaminantes fisicoquímicos de aguas residuales en laboratorio a través del sistema de

coagulación, floculación y adsorción. Sintetizó el agua residual en laboratorio, a partir de azúcar, almidón, gelatina, jabón, leche en polvo, entre otros; preparando un total de 10 litros de agua, para proseguir con la fase experimental en recipientes de un litro; y, antes de realizar el proceso de coagulación con diferentes cantidades de dosificación de sulfato de aluminio, se determinaron la concentración de los Sólidos Totales Suspendidos, DBO y DQO. Los resultados para la remoción de contaminantes fisicoquímicos detallan que la dosificación de 1.5 g de sulfato de aluminio tuvo resultados de reducción del 58.56% de DQO, 59.66% de DQO₅, y 76.26% de SST, mientras que la aplicación de 2 g de sulfato de aluminio, tuvo una reducción de contaminantes del 84.01% de DQO, 85.59% de DQO₅, y 97.84% de SST. Las reducciones de contaminantes variaron de 501.7 mg/L que se tenía inicialmente hasta 80.2 mg/L de DQO, de 275.9 mg/L hasta 39.8 mg/L de DQO₅, y de 4065 ml/L hasta 87.9 mg/L de SST, teniendo mayor eficiencia la aplicación de 1.5 g de sulfato de aluminio.

Mejía & Peña (2023), En su investigación desarrollada en Lima, para realizar un comparativo de la remoción de sólidos suspendidos con sulfato de aluminio, *Solanum tuberosum* y *Aloe vera* en aguas residuales. Con un enfoque cuantitativo y diseño experimental, por el que ha tomado muestras en 25 litros de agua para tratar el agua con el coagulante en 3 diferentes procedimientos, aplicando diferente dosis para cada tratamiento en cada litro de agua. Los resultados obtenidos muestran que el coagulante de mayor eficiencia es el sulfato de aluminio con la dosis aplicada de 3.008 g, el segundo fue el *Solanum tuberosum* con una dosis aplicada de 4 g, y por último el *Aloe Vera* con una dosis de 200 ml. Por el que concluye que el coagulante con mayor eficiencia al 93.3% de sedimentación de los Sólidos suspendidos totales es el Sulfato de Aluminio.

Gaspar (2021), en su investigación llevada a cabo en Huancayo, para comparar la reducción de turbidez para el tratamiento de agua potable, utilizando el sulfato de aluminio y la penca de tuna como coagulante. El agua recolectada fue del río Shullcas con una muestra de 500 ml, el cual fue analizado antes de su tratamiento, obteniendo una turbidez inicial de 300 NTU. Los coagulantes aplicados en el agua fueron de (100, 2000, 300 y 360 mg/L) con una espera para la evaluación de (20, 30 y 40 minutos). En cuanto concierne a los resultados mostraron que la dosis adecuada y efectiva del coagulante aplicado es de 300 mg/L tanto del sulfato de aluminio como de la penca de tuna en un periodo de 40 minutos, obteniendo una reducción de la turbidez de 300 hasta 4.67 UNT con el sulfato de aluminio y de 300 hasta 1.13 UNT con la penca de tuna. Concluyendo que el coagulante natural (penca de tuna) tuvo mayor eficiencia en la reducción de la turbidez respecto al otro coagulante.

2.2 Bases teóricas

Proceso de Coagulación

Es el proceso convencional utilizado como pretratamiento (generalmente junto con sedimentación y filtración rápida en arena) para separar los compuestos suspendidos y disueltos (turbidez) que están presentes en el agua, en instalaciones de tratamiento de agua potable. Los compuestos separados incluyen minerales suspendidos, organismos patógenos, materia orgánica, fosfatos, iones metálicos, fluoruros y radionucleidos. La cantidad de reactivos químicos (floculantes y coagulantes) debe ser ajustada correctamente de acuerdo con la composición precisa del agua. (Mazille & Spuhler, 2018).

Lorenzo (2006), Señala que es el proceso mediante el cual las partículas se unen en pequeñas masas con un peso específico superior al del agua se conoce como Coagulación-Floculación. Estas masas se llaman flóculos. Este proceso es utilizado para la remoción de la turbidez, color, eliminación de agentes patógenos, destrucción de algas, en ocasiones también se eliminan sustancias causantes del olor y sabor del agua.

Proceso de Floculación

Proceso que ocurre tras la coagulación, durante la cual se produce una etapa de agitación suave que incrementa el tamaño de las partículas mediante la formación de microflóculos microscópicos que se convierten en partículas visiblemente suspendidas. Los microflóculos comienzan a unirse entre sí durante el ciclo de mezclado lento, cuando las partículas colisionan y se agrupan para formar flóculos de mayor tamaño y más visibles. Los tamaños pueden cambiar debido a los impactos y contactos adicionales con polímeros inorgánicos que se han formado previamente con el agente coagulante. El proceso de coagulación y floculación, a pesar de ser distintos, se utilizan consecutivamente para superar las fuerzas que mantienen estables a las partículas suspendidas, la coagulación anula las cargas de las partículas y la floculación facilita su unión, aumentando su tamaño para lograr una separación más eficiente. (Grupo Acura, 2023).

Remoción de contaminantes del agua

Proceso de eliminación de sustancias o parámetros que alteran las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua (contaminante externo), tales como los sólidos suspendidos, materia orgánica, turbidez, etc. El agua tratada (aguas residuales industriales, domésticas, entre otros) debe pasar por diferentes procesos hasta obtener parámetros óptimos de acuerdo a la necesidad requerida. Para la remoción de contaminantes del agua pasa principalmente por 3 procesos, Tratamiento primario (remueve espumas de detergentes, aceites, sólidos,

entre otros.), tratamiento secundario (remueve bacterias, hongos microorganismos, entre otros.) y tratamiento terciario (remueve minerales, metales pesados, nitrógeno, entre otros.). (CBR Ingeniería, 2021).

Métodos de coagulación

Procesos indispensables en el proceso del tratamiento de aguas para la eliminación de partículas en suspensión, como también contaminantes suspendidas que no pueden ser eliminados fácilmente por métodos simples como la sedimentación. La adición de coagulantes es generalmente inorgánica, cuya función principal es la desestabilización de partículas como los coloides y partículas en suspensión. Los elementos más comunes en su uso son las sales de hierro y aluminio (sulfato de aluminio, sulfato férrico y cloruro férrico), los flóculos formados se asientan en el fondo del agua (proceso de sedimentación), y una vez coagulada puede pasar por los métodos de filtración. El método de coagulación elimina la materia orgánica, sólidos en suspensión, arena, bacterias, entre otros. Por ello la importancia de adicionar la dosis adecuada del coagulante, y así garantizar su efectividad, pues a menudo se ajusta la dosificación debido a las características cambiantes iniciales del agua. (Genesis Water Tech, 2023).

Coagulantes inorgánicos

La coagulación inorgánica puede ser aplicada en una amplia gama de aguas, incluso en aguas residuales. El uso de coagulante inorgánico es especialmente eficiente en el tratamiento de agua cruda con baja turbidez (nivel de sólidos suspendidos totales) y normalmente se empleará este método cuando los coagulantes orgánicos no sean efectivos. Los químicos coagulantes inorgánicos interactúan con la alcalinidad y se hidratan para producir precipitados de hidróxido metálico (aluminio o hierro) que funcionan a través de un proceso de floculación por barrido. Así mismo los diferentes coagulantes inorgánicos se detallan a continuación. (Chemtreat, 2024).

Sulfato de aluminio

El alumbre es una de las sustancias químicas más utilizadas en todo el mundo para el tratamiento del agua, sin embargo, es algo peligroso, con efectos en la salud y propiedades de corrosión similares a las del ácido sulfúrico diluido. Su fabricación se da en estado líquido y se cristaliza por deshidratación. (Chemtreat, 2024).

Sulfato férrico y ferroso

Opera de forma parecida a los coagulantes de aluminio, aunque el precio puede cambiar dependiendo de la fuente de abastecimiento. El sulfato de hierro III es

comúnmente utilizado, sin embargo, el sulfato de hierro II se emplea generalmente en situaciones que necesitan un agente reductor o una mayor cantidad de iones de hierro que puedan disolverse. (Chemtreat, 2024).

Cloruro férrico

Normalmente suele ser el más económico de los coagulantes inorgánicos, ya que se produce como un subproducto en las operaciones de fabricación de acero (residuos de decapado). No obstante, es el reactivo inorgánico más corrosivo y peligroso, por lo tanto, su uso se restringe a las instalaciones que cuentan con los medios necesarios para su manejo seguro. (Chemtreat, 2024).

Cloruro de aluminio

Generalmente, opera de forma parecida al alumbre, pero suele ser más caro, peligroso y corrosivo. Por lo tanto, suele ser una alternativa secundaria. (Chemtreat, 2024).

Que son los Parámetros Físicoquímicos del Agua

Parámetros esenciales para la determinación de la calidad del agua para el uso en diferentes actividades (agricultura, industria, consumo humano, etc.); permiten visualizar la calidad del agua desde un punto de vista químico y físico. Los parámetros físicoquímicos principales son la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) que mide la capacidad de conducción de energía eléctrica o la resistencia eléctrica, dependiendo fundamentalmente de la cantidad de sales presentes en el agua; los sólidos totales disueltos, expresados en mg/l , g/m^3 o ppm (mg/l); el pH determina la acidez, alcalinidad o la neutralidad del agua; y la dureza que refiere a la concentración de iones de calcio y magnesio. (García, 2013).

Tiempo óptimo de floculación

Según, Rivas et al. (2017), el tiempo adecuado esperado para la floculación de contaminantes presentes en el agua es de 15 minutos como mínimo, sin embargo, va depender del tipo de coagulante aplicado, el tipo del agua al que se va realizar el tratamiento y qué partículas que quiere sedimentar (minerales, orgánicos o inorgánicos); así mismo para todo esto juega un papel importante el pH del agua inicial.

Desestabilización de las partículas del agua

Es lo mismo que decir “proceso de coagulación”, pues es el proceso de desestabilizar las partículas en suspensión presentes en el agua, es decir a las partículas coloidales que permanecen estables (partículas separadas y en estado disperso, cargadas eléctricamente por lo general de cargas negativas). Se dice también a la fase previa de un proceso de tratamiento antes de la formación de flóculos. (Sela, 2018).

ECA de los Parámetros fisicoquímicos

De acuerdo al DS N° 004-2017-MINAM (2017), “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua,” se interpreta que los parámetros fisicoquímicos del agua del río Huaura están catalogados como “Categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales”, estos parámetros de detallan a continuación.

Tabla 2.

Parámetros fisicoquímicos de acuerdo al ECA para agua

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales
Fisicoquímicos		
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2500
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5

Fuente: DS N° 004-2017-MINAM, 2017

Contaminación del agua

Es referido a la introducción de agentes externos en los cuerpos de agua que alteran la composición de los diferentes parámetros en los ríos, acuíferos, lagos, lagunas y océanos; y, como resultante de ello disminuye su calidad afectando a los ecosistemas acuáticos y la población. Esta contaminación puede ser causada por la actividad de las industrias, agrícolas, aguas residuales, lluvias ácidas, etc. Trayendo con consecuencia dependiendo la cantidad y el grado de contaminación la muerte de especies y alteración de hábitad, los cuales están concatenados con la afectación a las personas que dependen de este recurso vital ya que el agua puede actuar como un vehículo de infecciones que se transmite a través de alimento. (Larramendi et. al, 2021).

Tratamiento de Agua

Según el sitio web de Equipos y Laboratorio (2022), se refiere a un grupo de procesos individuales de carácter físico, químico o biológico cuyo objetivo es eliminar o disminuir la

presencia de contaminantes o características no deseadas en las aguas, ya sean de origen natural, para consumo humano, industriales, residuales o de las áreas urbanas (conocidas como aguas residuales). El propósito de estas acciones es lograr aguas con las cualidades apropiadas para su uso previsto, por lo que la combinación y tipo de procesos pueden variar dependiendo tanto de las propiedades iniciales del agua como de su destino final. El tratamiento aborda cada una de sus etapas con una meta específica relacionada al tipo de contaminante, por ello en cada proceso se remueve la carga contaminante hasta obtener un agua segura de acuerdo a la necesidad y al tipo de su uso.

2.3 Definición de términos básicos

Prueba del Test jarras

Es un dispositivo de laboratorio empleado para el análisis del proceso de coagulación-floculación en la potabilización o tratamiento del agua. El conjunto de recipientes de medición incluye varias jarras con capacidad de un litro cada una, junto con un mecanismo de agitación impulsado por un motor, lo cual posibilita la creación de flóculos. Se agita el agua de prueba en cada recipiente con distintas cantidades de coagulantes para encontrar la concentración óptima que genere los flóculos de mayor tamaño y que se puedan sedimentar eficientemente, (Quimicompany, 2025).

Características del ensayo de test de jarras

A continuación, se presentan las características principales del floculador Test de Jarras, (Quimicompany, 2025).

- ✓ El equipo puede incluir de cuatro a seis recipientes graduados con una capacidad de 1 litro cada uno, lo que posibilita la evaluación de diversas cantidades de coagulantes.
- ✓ Cuenta con un dispositivo de agitación motorizado que posibilita la creación de flóculos homogéneos en todas las jarras.
- ✓ Tiene una pantalla digital que exhibe la velocidad de mezcla y el tiempo que ha pasado.
- ✓ El sistema posibilita regular la velocidad de agitación con el fin de garantizar la correcta formación de los flóculos.
- ✓ Cuenta con una conexión USB que posibilita la transferencia de información a una computadora con el fin de que sea analizada.
- ✓ Es sencillo de utilizar y no necesita de conocimientos técnicos avanzados para ser operado.

- ✓ De diseño compacto, de fácil transporte y almacenamiento.

Efluente

Son descargas de flujos de agua con alta probabilidad de contener desechos sólidos, líquidos o gaseosos provenientes de diferentes actividades (industrias, viviendas, agricultura, etc.), y, dependiendo su origen varían la cantidad y calidad. Estos efluentes pueden contener tóxicos perjudiciales para el ambiente y la población, lo que resulta importante someterlos a algún tratamiento para la remoción de contaminantes. (GC Tratamiento, 2022).

Concentración

Se define a la cantidad de sustancia presente o disuelta en una unidad de volumen determinada de agua, por lo general esta concentración está expresada en mg/L. Se dice también a la relación existente entre la cantidad del soluto y solvente. (Alvarado & Valenzuela, 2020).

Partes Por Millón (ppm)

Unidad de medida utilizada para indicar la concentración de un compuesto en una mezcla o dilución, se usa especialmente cuando la cantidad de dicho compuesto es mínima en relación con la cantidad total de la mezcla. (Hanna Instruments, 2024).

Contaminación

Se refiere a la introducción de sustancias o elementos que alteran el ambiente equilibrado del ecosistema, estas sustancias son agentes externos pudiendo ser físicos químicos o biológicos, que en caso de presentarse en altas concentraciones modifican las condiciones de los organismos vivos que habitan o se abastecen de ellas. (Editorial RSyS, 2021).

Remoción de contaminantes

Proceso mediante el cual se reducen o eliminan las sustancias que no se desean que estén presentes en el agua, estas sustancias pueden ser los sólidos suspendidos, materia orgánica, metales pesados, entre otros. El método más usado para la remoción de contaminantes es la coagulación; sin embargo, los métodos para la obtención del agua requerida se realizan a través de tratamientos físicos químicos y biológicos; esto independientemente del tipo de agua que se tenía inicialmente. (CBR Ingeniería, 2021).

Sedimentación

Proceso mediante el cual las partículas en suspensión presentes en el agua, después del tratamiento de coagulación y floculación, por acción de la gravedad, tamaño de partículas y diferencia de densidades se asientan en la parte inferior (fondo) del recipiente o del cuerpo

de agua, lo que permite su separación del lodo con alta concentración y la obtención de un agua clara. (Ramírez, 2020).

Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Normativa peruana donde establece “Estándares de Calidad Ambiental para Agua” de las diferentes categorías de agua. Poblacional y recreacional, Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, Riego de vegetales y bebida de animales y Conservación del ambiente acuático. (DS N° 004-2017-MINAM, 2017).

Agua cruda

Se refiere al agua en su estado natural captada para abastecer, que no ha sido tratada. (DS N° 031-2010-SA, 2010).

Agua tratada

Cualquier agua que ha sido sometida a algún tipo de tratamiento, puede ser física, química y/o biológicamente con el fin de convertirla en un producto seguro para ser consumido por los seres humanos. (DS N° 031-2010-SA, 2010).

Monitoreo

Control y comprobación de los parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros especificados en este Reglamento, así como de los factores de riesgo en los sistemas de suministro de agua. (DS N° 031-2010-SA, 2010).

Parámetros inorgánicos

Se refieren a los elementos que no contienen enlaces carbono-hidrógeno y que están presentes en el agua potable para consumo humano. (DS N° 031-2010-SA, 2010).

Color

Las aguas superficiales pueden tener un aspecto altamente coloreado debido a la existencia de material pigmentado en suspensión, pese a que el líquido en sí no posea color. El material de color proviene de la interacción con restos orgánicos como hojas, agujas de árboles de coníferas y madera en diferentes etapas de descomposición, está compuesto por una amplia gama de extractos de plantas. (DIGESA, 2016).

Turbidez

Son sustancias que se encuentran en suspensión, tales como arcillas, lodo, materia orgánica e inorgánica. Estas partículas tienen un tamaño que va desde los 0,1 hasta los 1.000 nanómetros de diámetro. La calidad del agua y la eficacia de la filtración se determinan utilizando la turbidez para detectar la presencia de microorganismos causantes de enfermedades. Las partículas suspendidas en el agua capturan la luz, causando que el agua

aparezca turbia. La medición de la turbidez se puede realizar utilizando diversas técnicas, lo que refleja la capacidad del agua para resistir la transmisión de la luz. (DIGESA, 2016).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Es la medida que hace referencia de la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para la descomposición de la materia orgánica presente en el agua durante el periodo de 5 días. Es un indicador de la cantidad de materia orgánica presente en términos generales, aunque no proporciona información sobre su composición, la cual es muy diversa. La composición incluye proteínas, carbohidratos y lípidos, así como aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes y otros componentes propios de los vegetales como pigmentos. DBO es utilizado como indicador de contaminación orgánica, ya que su origen se encuentra en organismos y sus productos de degradación o metabolismo. (DIGESA, 2016.).

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es la medida de oxígeno necesaria para oxidar químicamente la materia orgánica e inorgánica en el agua, expresada en mg/L y se utiliza un oxidante (dicromato potásico). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, está relacionada con la DBO, por lo que es muy útil al no requerir los cinco días de la DBO. Sin embargo, la DQO no distingue entre sustancias biodegradables y otras, además no proporciona datos sobre la tasa de descomposición en ambientes naturales, el índice DQO es superior al de la DBO₅. (DIGESA, 2016).

Conductividad

Referido a la capacidad del agua para conducir energía (tiene una relación directa con la concentración de iones que están presentes en el agua y la temperatura). Es una medida numérica de la habilidad de una solución para conducir electricidad. La habilidad para ello está basada en la existencia de iones y su cantidad total, en su capacidad de moverse, su valencia y sus proporciones, junto con la temperatura en la que se realiza la medición. (DIGESA, 2016).

Oxígeno Disuelto (valor mínimo)

Referido a la cantidad necesaria de oxígeno que debe estar presente en el agua para la supervivencia de los organismos acuáticos. La oxigenación del agua se origina principalmente por la disolución del oxígeno presente en la atmósfera y en menor medida por su producción durante el proceso de fotosíntesis, principalmente llevado a cabo por algas. (DIGESA, 2016).

Potencial de Hidrógeno (pH)

En un valor o medida que indica si una sustancia es ácida, neutra o básica al calcular la cantidad de iones de hidrógeno presentes. La medición se realiza en una escala que va desde 0 hasta 14, en la cual un valor de 7 indica que la sustancia es neutra. Si señalan valores de pH inferiores a 7 muestran que una sustancia es ácida y por encima de 7 que es básica. Cuando una sustancia es neutra, el número de átomos de hidrógeno y de oxhidrilos es el mismo. Si el número de átomos de hidrógeno (H^+) es mayor que el número de átomos de oxhidrilo (OH^-), entonces la sustancia se considera ácida. (DIGESA, 2016).

Temperatura

Crucial debido a su impacto en el desarrollo de la vida acuática, en las reacciones químicas y velocidades de reacción, y en la idoneidad del agua para diversos usos prácticos. Así mismo es un indicador de la calidad del agua, el cual puede afectar el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el déficit de oxígeno, el pH, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas; la temperatura se ve reflejada y relacionada con la velocidad de reacción química. “Un cambio brusco de temperatura puede conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática”. (DIGESA, 2016).

2.4 Hipótesis de Investigación

2.4.1 Hipótesis general

- ✓ HA: Existen diferencias significativas entre los métodos de coagulación para la remoción de contaminantes fisicoquímicos en aguas del río Huaura – Huaura.

2.4.2 Hipótesis específicas

- ✓ HE1: Existe diferencias significativas de la eficiencia de los métodos de coagulación para el control de la conductividad en aguas del río Huaura – Huaura.
- ✓ HE2: Existe diferencias significativas de la eficiencia de los métodos de coagulación para el control del Color del agua del río Huaura – Huaura.
- ✓ HE3: Existe diferencias significativas de la eficiencia de los métodos de coagulación para el control del potencial de hidrógeno (pH) en aguas del río Huaura – Huaura.

2.5 Operacionalización de las variables

Tabla 3:

Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Técnicas e instrumentos	Indicadores
X: Variable Independiente Métodos de coagulación	Proceso convencional utilizado como pretratamiento para separar los compuestos suspendidos y disueltos (turbidez) que están presentes en el agua. (Mazille & Spuhler, s.f.).	Proceso de aplicación de diferentes tipos de coagulantes como el sulfato de aluminio y cloruro férrico para el tratamiento de aguas.	Tipos de Coagulantes. Dosificación de coagulantes. Tiempo de mezcla rápida y lenta. Tiempo de sedimentación .	Análisis de laboratorio (medición de pH, conductividad, color y sólidos totales disueltos) Aplicación de coagulantes (sulfato de aluminio, sulfato férrico, cloruro férrico y cloruro de aluminio) Prueba de jarras	Concentración de sulfato de aluminio (mg/L) Concentración de sulfato férrico (mg/L) Concentración de cloruro férrico (mg/L) Concentración de cloruro aluminio (mg/L)
Y: Variable Dependiente Remoción de contaminantes fisicoquímicos	Proceso de eliminación de sustancias o parámetros que alteran las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua (contaminante externo), tales como los sólidos suspendidos, BQO, turbidez, etc. (CBR Ingeniería, 2021).	Proceso de eliminación de contaminantes fisicoquímicos, el cual es evaluado antes y después de la aplicación de los métodos de coagulación	Contaminantes fisicoquímicos. Eficiencia de remoción.	Equipos para la medición de parámetros fisicoquímicos (Medidores de Conductividad Eléctrica, Medidor de sólidos totales disueltos, Medidor de bolsillo de pH, Colorímetro)	Reducción de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) Reducción del color (escala Pt/Co) Variación en el pH (Unidad de pH) Reducción de sólidos suspendidos (mg/L)

Fuente: Autoría propia, 2024

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1 Diseño metodológico

Ubicación

La investigación inició con la toma de muestra del agua en 2 estaciones de monitoreo en el río Huaura, Provincia de Huaura, Región Lima.



Figura 2: Ubicación de los puntos de monitoreo – río Huaura

Fuente: Google earth, 2024

Tabla 4:

Puntos de monitoreo de la toma de muestra – río Huaura

Estación de Monitoreo	Agua Superficial	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM	
			Este	Norte
EM-MCRC-01	Río	66 msnm	217759	8775160
EM-MCRC-02	Río	87 msnm	219426	8775344

Fuente: Autoría propia, 2025

Tipo de Investigación

La investigación es aplicada debido a que se buscó resolver los problemas específicos en relación a la calidad del agua del río Huaura, pues evaluó y comparó la efectividad de los métodos de coagulación para la remoción de contaminantes fisicoquímicos; y, al abordar este problema en concreto se generaron resultados aplicables hacia el desarrollo de tecnologías que responden a las necesidades específicas, los cuales podrían validar la eficiencia de los coagulantes en condiciones prácticas.

“La investigación aplicada busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. (Vargas, 2009, p. 159).

Nivel de Investigación

Es explicativa porque en la investigación se buscó determinar las causas y los efectos de la aplicación de los distintos coagulantes, y la manera en el que impactan en la remoción de contaminantes.

“La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. Los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental). (Arias, 2006, p. 26)

Diseño

La investigación es experimental porque se aplicó la manipulación de las variables de manera controlada en laboratorio (Prueba de jarras) para evaluar y comparar la eficiencia de los métodos de coagulación bajo la aplicación de diferentes dosis del coagulante.

“La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)”. (Arias, 2006, p. 34)

Enfoque

Es cuantitativo continuo por la búsqueda de la recopilación y análisis de los parámetros fisicoquímicos, estos datos que se obtuvieron son numéricos, como es el caso de la concentración de los (sólidos totales suspendidos, pH, conductividad y color), antes y después de iniciar el proceso de coagulación, las variaciones de estos resultados fueron evaluados estadísticamente, permitiendo conclusiones objetivas.

“El enfoque cuantitativo continuo son aquellas que se expresan en valores o datos numéricos, los cuales adoptan números fraccionados o decimales”. (Arias, 2006, p. 58).

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

Para la realizar el análisis comparativo de los métodos de coagulación la población está constituida por la totalidad de los volúmenes del agua del río Huaura, que han fluido durante el mes de julio y agosto del 2025.

“También llamado universo, el cual es referido al conjunto de elementos que constituye de interés analítico”. (López & Fachelli, 2015).

3.2.2 Muestra

Se realizaron el análisis del agua en dos estaciones de monitoreo, esta decisión se argumentó en realizar un muestreo no probabilístico por juicio personal, considerando 12 litros de agua en cada estación, esta cantidad representa y es la necesaria para aplicar los diferentes métodos de coagulación en diferentes tiempos.

“Muestra por conveniencia es referido a las unidades están disponibles y fáciles de localizar, tienen un carácter de representatividad de la población que se quiere analizar, construyendo grupos reducidos y controlados en el contexto de diseños de tipo experimental”. (López & Fachelli, 2015).

3.3 Técnicas de Recolección de datos

Para la evaluación y comparación de los métodos de la coagulación para la remoción de contaminantes se utilizaron las siguientes técnicas.

Muestreo de agua

El muestreo de los parámetros fisicoquímicos del agua del río Huaura ha sido uno de los primeros pasos. El muestro consiste en la obtención de muestras de 2 puntos de monitoreo que han sido reconocidos y georreferenciado previamente para determinar la calidad del agua y los contaminantes presentes en ella antes de aplicar los métodos de coagulación.

Tabla 5:

Proceso del muestreo de agua

Procedimiento	Descripción
Instrumentos	Se hicieron uso botellas de polietileno o vidrio para la recopilación de muestras, así mismo se usó equipos para la medición de los parámetros fisicoquímicos.
Puntos de monitoreo	La toma de muestra se realizó en 2 estaciones de monitoreo de fácil acceso que han sido referenciados previamente.
Frecuencia	El muestro se realizó en 2 tiempos (con una separación de cuatro semanas), esto con la finalidad de captar diferentes condiciones de contaminación y variaciones temporales.
Uso de EPP	Para la toma de muestra se realizaron con todas las medidas de seguridad, incluyendo el uso de equipos de protección

personal, tales como mascarilla, guantes quirúrgicos, toca desechable, etc.

Conservación Las muestras recopiladas fueron almacenadas en 1 cooler para preservarlas y ser llevadas al laboratorio, todo esto con las medidas de seguridad necesarias.

Evaluación de parámetros Los parámetros fisicoquímicos analizados inicialmente son (pH, conductividad, sólidos totales disueltos y color), resultados que fueron comparados con los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - DS N° 004-2017-MINAM” “Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales” “D1: Riego de vegetales”

Prueba de jaras

Esta técnica experimental fue utilizada para la evaluación de los distintos métodos de coagulación. Este proceso permitió comparar la efectividad de los distintos coagulantes, que fueron aplicados en una solución de agua de un litro distintas concentraciones y una mezcla rápida y lenta en un determinado tiempo.

Tabla 6:

Procedimiento de la prueba de Jarras y medición de parámetros

Procedimiento	Descripción
Preparación	Se colocaron las muestras de agua en 4 recipientes de vidrio de 1 L. Cada jarra hace referencia al experimento con diferentes coagulantes aplicados en una misma dosis.
Aplicación de coagulantes	Se aplicaron 4 coagulantes (Sulfato de aluminio, Sulfato férrico, Cloruro férrico y cloruro de aluminio) con una primera dosis de 20 mg/L, la segunda de 25 mg/L y la tercera de 30 mg/L.
Agitación y sedimentación	Luego de añadir el coagulante se realizó una agitación rápida de 20 minutos, agitación lenta de 5 minutos y una espera de sedimentación de 10 minutos
Medición de parámetros	Una vez culminado la prueba se midió la remoción de contaminantes fisicoquímicos (pH, conductividad, sólidos totales disueltos y color)

Los parámetros fisicoquímicos analizados después de cada tratamiento fueron el (pH, conductividad, sólidos totales disueltos y color), resultados que han sido comparados con los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - DS N° 004-2017-MINAM” “Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales” “D1: Riego de vegetales”

Fuente. Elaboración propia, 2025

Tabla 7:

ECA agua, Categoría 3: Riego de vegetales (D1) y C1: A1

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales
Conductividad	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	2500
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000 (ECA Categoría 1, sub categoría A: A1)

Fuente: DS N° 004-2017-MINAM

3.4 Técnica para el procesamiento de información

Para el procesamiento de datos se llevó a cabo en diferentes etapas desde la planificación, el análisis y hasta la interpretación de resultados, todo esto a fin de determinar la efectividad de los diferentes métodos de coagulación para la remoción de contaminantes fisicoquímicos del agua del río Huaura.

Codificación y Organización de Datos

Una vez recopilado las muestras y realizado las pruebas experimentales (prueba de jarras) se codificaron y se registraron los datos obtenidos en la ficha de campo, este proceso ha sido clave para garantizar que la información se haya registrado adecuadamente para facilitar el posterior análisis.

- Los datos recopilados han sido registrados en la hoja de campo.
- Se registraron los parámetros fisicoquímicos obtenidos.

Análisis estadístico

Se realizó en análisis comparativo en el programa Microsoft Excel para procesar los datos estadísticos y generar los gráficos respectivos el cual facilita la interpretación de los resultados. Así mismo se hizo uso del software SPSS Estudiantil el método (MANOVA y

ANOVA) para comparar la eficiencia de los métodos de coagulación aplicados para la remoción de contaminantes fisicoquímicos, permitiendo identificar la existencia de las diferencias significativas.

Interpretación de resultados

Una vez que los datos han sido procesados y analizados se realizó la interpretación de ellos para identificar el método de coagulación más efectivo para la remoción de los contaminantes del agua del río Huaura.

- a. Se comparó el % de remoción de contaminantes de los diferentes coagulantes aplicados y las distintas dosis, lo que permitió la determinación del método más eficiente.
- b. Se interpretó los resultados de los parámetros fisicoquímicos obtenidos antes y después del tratamiento realizado, estos resultados serán interpretados en relación a los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - DS N° 004-2017-MINAM” “Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales” “D1: Riego de vegetales”.

Representación Gráfica

Para facilitar la interpretación de la información obtenida de la eficiencia de los métodos de coagulación se elaboraron herramientas gráficas.

- a. Gráfico de barras para mostrar las comparaciones de la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.
- b. Gráfico de líneas para comparar los resultados de los parámetros obtenidos con los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - DS N° 004-2017-MINAM”

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

La investigación de remoción de contaminantes fisicoquímicos se realizó con el agua del río Huaura, en 2 puntos de monitoreo y en tiempos, aplicando 4 coagulantes (Sulfato de aluminio, Sulfato férrico, Cloruro férrico y cloruro de aluminio) y haciendo la medición de los parámetros de (pH, conductividad, sólidos totales disueltos y color) dependiendo la cantidad de coagulante aplicado en cada muestra de agua. El detalle de los resultados obtenidos en campo y en laboratorio se analizarán con cada coagulante y dosis aplicada.

Resultados obtenidos en campo

Tabla 8:

Resultados de parámetros analizados en campo

Punto de monitoreo	Fecha de monitoreo	Parámetros			
		pH	Conductividad (μS/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Color UCV escala Pt/Co
EM-MCRC-01	27/07/2025	8.1	550	290	26
EM-MCRC-02	27/07/2025	8.16	550	320	24
EM-MCRC-01	23/08/2025	8.22	560	280	22
EM-MCRC-02	23/08/2025	8.26	570	350	35

Los resultados de los monitoreos de agua realizados en campo en 2 puntos en los días 27/08/2025 y 23/08/2025 en el río Huaura, muestran un pH alcalino entre los rangos de 8.1 – 8.26, así mismo muestra una conductividad estable en los 2 tiempos de monitoreo, así como los Sólidos totales disueltos, respecto al color existe una ascendencia ligera entre los periodos de los dos monitoreos.

Posterior a los monitoreos en campo se llevó las muestras al laboratorio a fin de aplicar los coagulantes (Sulfato de aluminio, Sulfato férrico, Cloruro férrico y Cloruro de aluminio) y la aplicación de diferentes dosis de los coagulantes para la remoción de los contaminantes fisicoquímicos, esta remoción se hizo con la prueba de jarras y se realizó la medición de los parámetros (pH, conductividad, sólidos totales disueltos y color) a fin de verificar la efectividad del coagulante.

Si bien los monitoreos de campo de los dos puntos de monitoreo se realizaron el 27/08/2025 y 23/08/2025, y las muestras se analizaron en laboratorio al siguiente día (28/08/2025 y 24/08/2025). Sin embargo, para efectos del análisis y procesamiento de información se consideró como referencia la fecha de monitoreo de campo y no la del análisis, esto debido a

que en campo se registraron las condiciones de los parámetros del río Huaura y sobre el cual se interpreta la calidad del agua.

Resultados de variación del pH aplicando coagulantes el 27/07/2025

Tabla 9:

Variación del pH aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis del coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	pH inicial	0	8.1	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$Al_2(SO_4)_3$	20	7.45	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$Al_2(SO_4)_3$	25	7.44	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$Al_2(SO_4)_3$	30	7.37	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), mostró que al ser una sal ácida haya una disminución paulatina del pH conforme se incrementó la dosis del coagulante, liberando iones de hidrógeno y formando hidróxidos de aluminio (proceso de hidrólisis). Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $Al_2(SO_4)_3$ entre 20 a 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable.

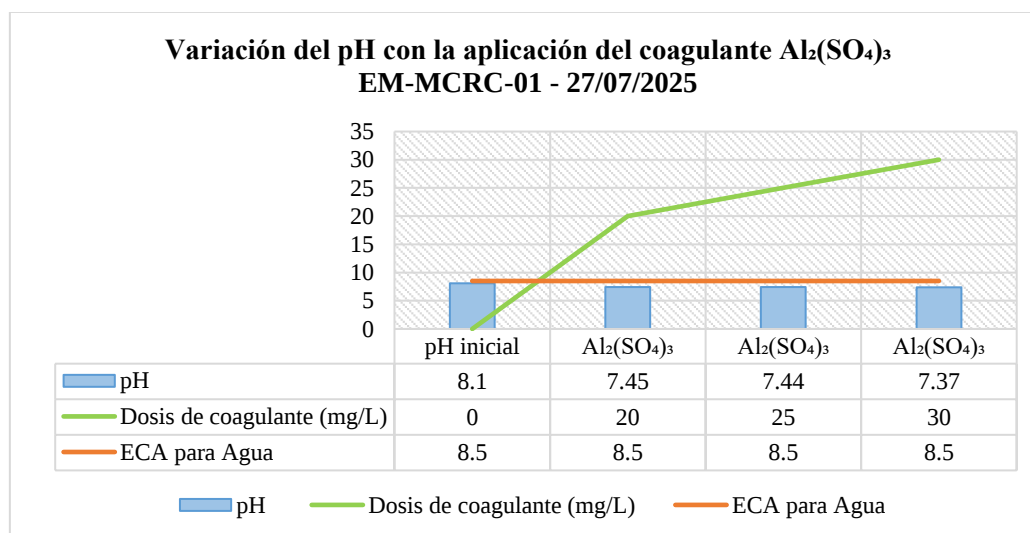


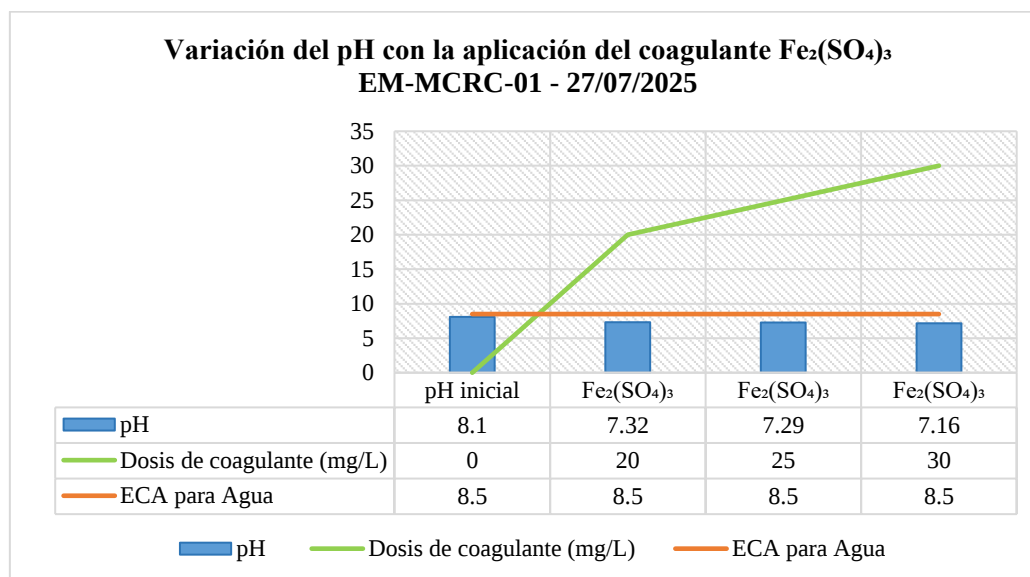
Figura 3: Variación del pH aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01

En la figura 3 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 9, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos de hidróxido de aluminio.

Tabla 10:*Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	pH inicial	0	8.1	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	7.32	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	7.29	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	7.16	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que al ser una sal fuertemente hidrolizable haya una disminución paulatina del pH del agua, conforme se incrementó la dosis del coagulante, liberando iones de hidrógeno y formando hidróxidos de hierro al reaccionar los iones de Fe^{3+} con el agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumpliendo el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 20 a 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad del agua.

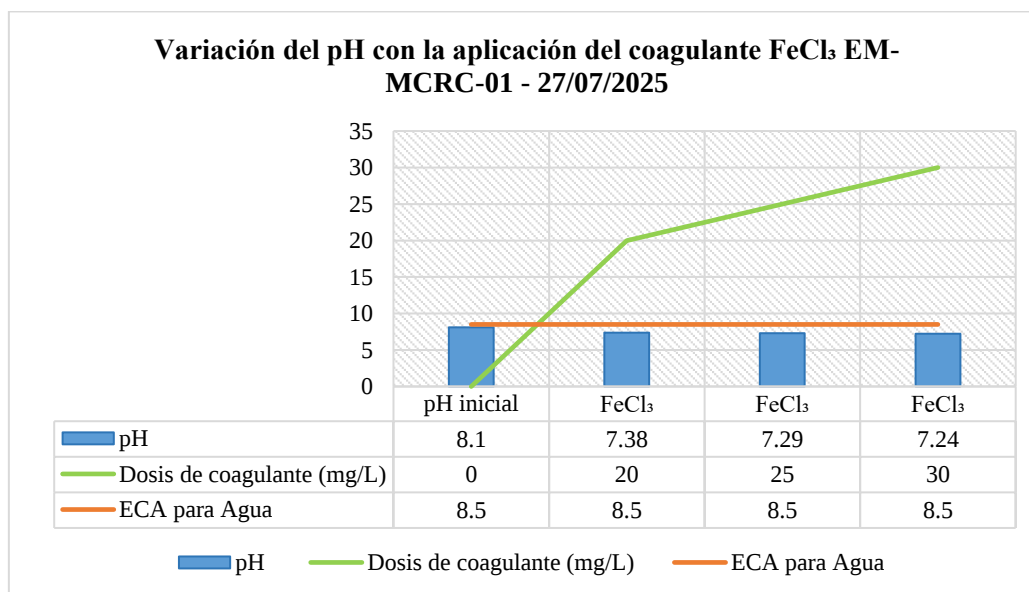
**Figura 4:** Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01

En la figura 4 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 10, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos de hidróxido férrico, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 20 – 25 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Tabla 11:*Variación del pH aplicando el FeCl₃ en el EM-MCRC-01*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	pH inicial	0	8.1	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	FeCl ₃	20	7.38	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	FeCl ₃	25	7.29	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	FeCl ₃	30	7.24	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de muestreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl₃), evidenció que al ser un coagulante ácido haya una disminución paulatina del pH del agua, conforme se incrementó la dosis, liberando iones de Cl⁻ y protones H⁺ que contribuyen a la disminución de la alcalinidad del agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el FeCl₃ entre 25 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad del agua.

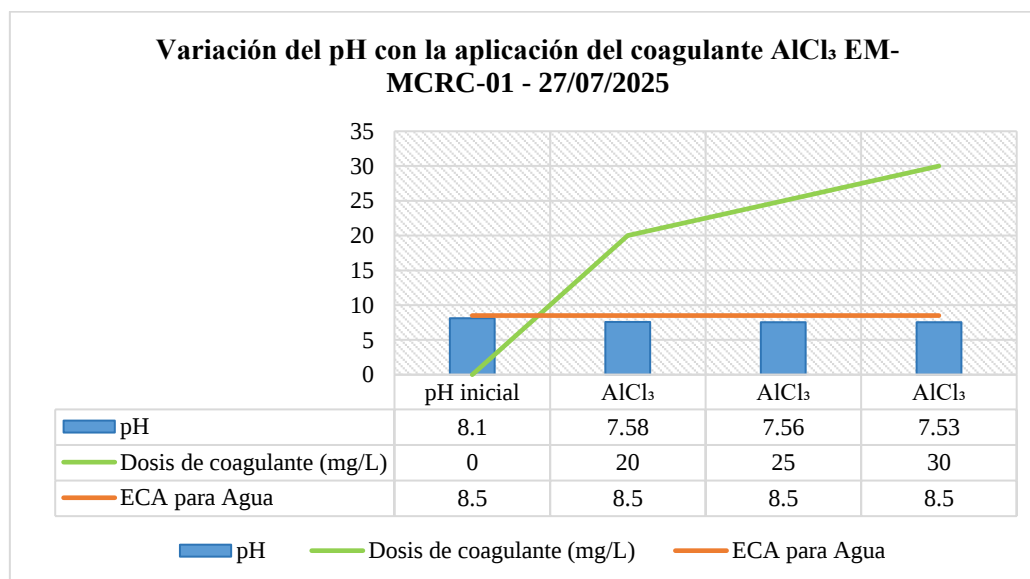
**Figura 5:** Variación del pH aplicando el FeCl₃ en el EM-MCRC-01

En la figura 5 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 11, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 25 – 30 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Tabla 12:*Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	pH inicial	0	8.1	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	20	7.58	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	25	7.56	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	30	7.53	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de muestreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio (AlCl_3), evidenció que al ser un coagulante ligeramente ácido cuando reacciona con el agua, esta muestra una baja disminución del pH del agua conforme se incrementó la dosis, formando aluminio hidrolizado y libera protones H^+ que contribuyen a la disminución ligera de la alcalinidad del agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH del agua del río Huaura se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el AlCl_3 entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad.

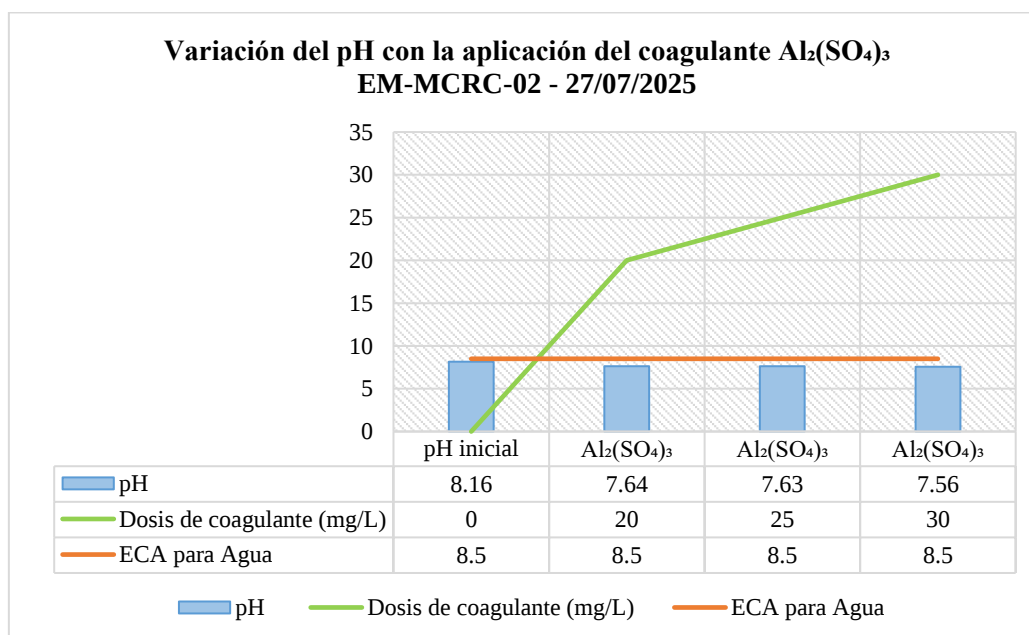
**Figura 6:** Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01

En la figura 6 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 12, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 20 – 30 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Tabla 13:*Variación del pH aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	pH inicial	0	8.16	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	20	7.64	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	25	7.63	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	30	7.56	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que al ser una sal ácida haya una disminución paulatina del pH conforme se incrementó la dosis del coagulante, liberando iones de hidrógeno y formando hidróxidos de aluminio (proceso de hidrólisis). Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 20 a 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable.

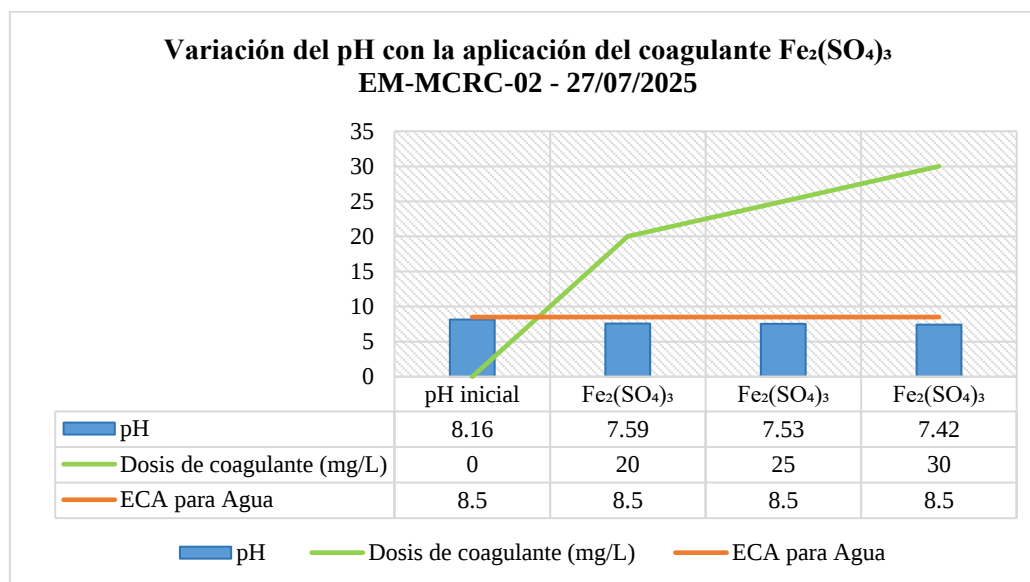
**Figura 7:** Variación del pH aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02

En la figura 7 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 13, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos de hidróxido de aluminio.

Tabla 14:*Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	pH inicial	0	8.16	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	7.59	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	7.53	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	7.42	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que al ser una sal fuertemente hidrolizable haya una disminución paulatina del pH del agua, conforme se incrementó la dosis del coagulante, liberando iones de hidrógeno y formando hidróxidos de hierro al reaccionar los iones de Fe^{3+} con el agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumpliendo el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 20 a 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad del agua.

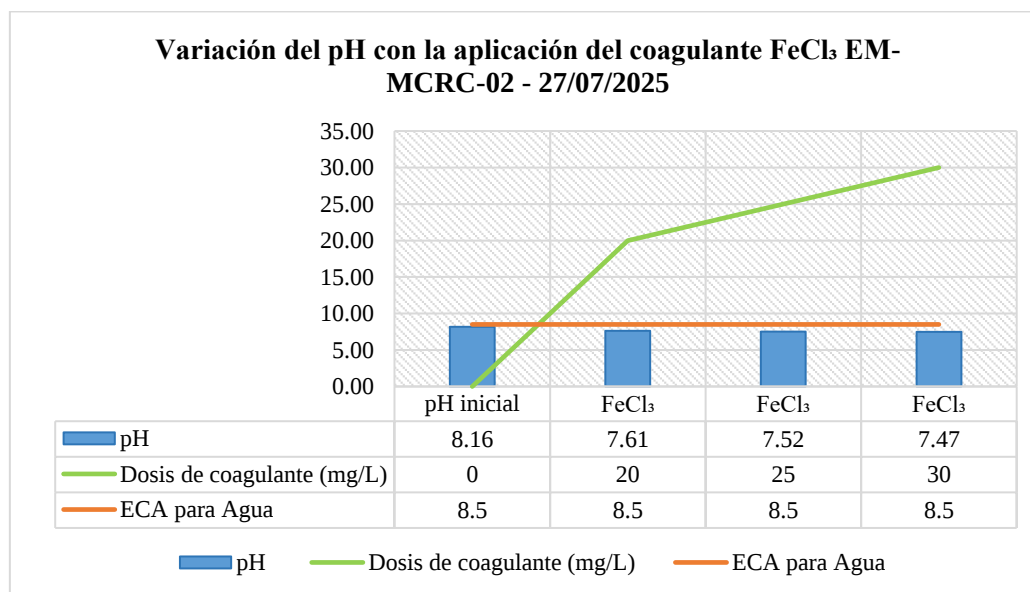
**Figura 8:** Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02

En la figura 8 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 14, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos de hidróxido férrico, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 20 – 25 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Tabla 15:*Variación del pH aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	pH inicial	0	8.16	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	20	7.61	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	25	7.52	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	30	7.47	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de muestreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl_3), evidenció que al ser un coagulante ácido haya una disminución paulatina del pH del agua, conforme se incrementó la dosis, liberando iones de Cl^- y protones H^+ que contribuyen a la disminución de la alcalinidad del agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el FeCl_3 entre 25 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad del agua.

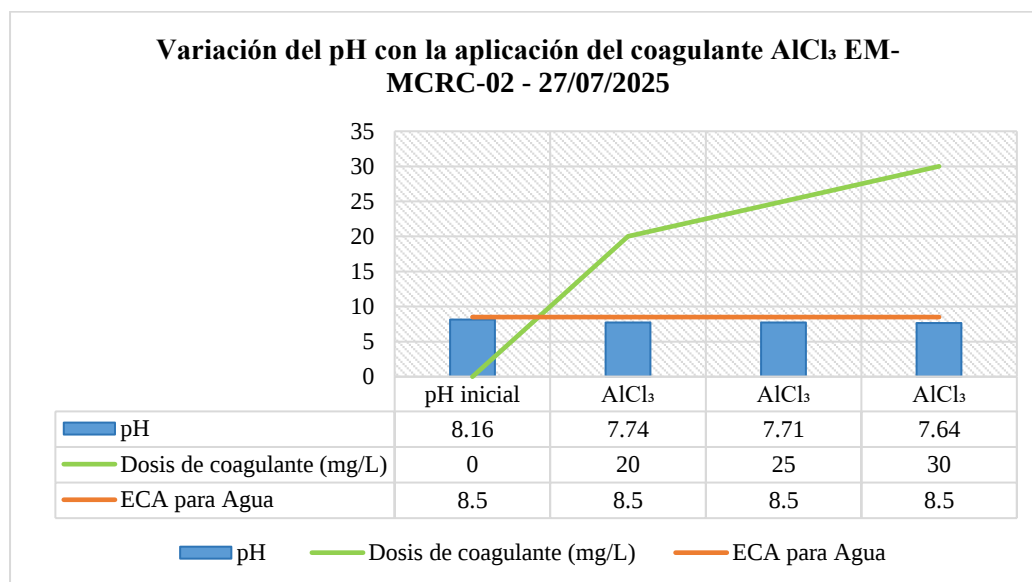
**Figura 9:** Variación del pH aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02

En la figura 9 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 15, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 25 – 30 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Tabla 16:*Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	pH inicial	0	8.16	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	20	7.74	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	25	7.71	6.5 - 8.5	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	30	7.64	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio (AlCl_3), evidenció que al ser un coagulante ligeramente ácido cuando reacciona con el agua, esta muestra una baja disminución del pH del agua conforme se incrementó la dosis, formando aluminio hidrolizado y libera protones H^+ que contribuyen a la disminución ligera de la alcalinidad del agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH del agua del río Huaura se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el AlCl_3 entre 20 a 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad.

**Figura 10:** Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02

En la figura 10 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 16, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 20 – 25 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Resultados de variación del pH aplicando coagulantes el 23/08/2025

Tabla 17:

Variación del pH aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis del coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	pH inicial	0	8.22	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	20	7.59	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	25	7.54	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	30	7.48	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), mostró que al ser una sal ácida haya una disminución paulatina del pH conforme se incrementó la dosis del coagulante, liberando iones de hidrógeno y formando hidróxidos de aluminio (proceso de hidrólisis). Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $Al_2(SO_4)_3$ entre 20 a 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable.

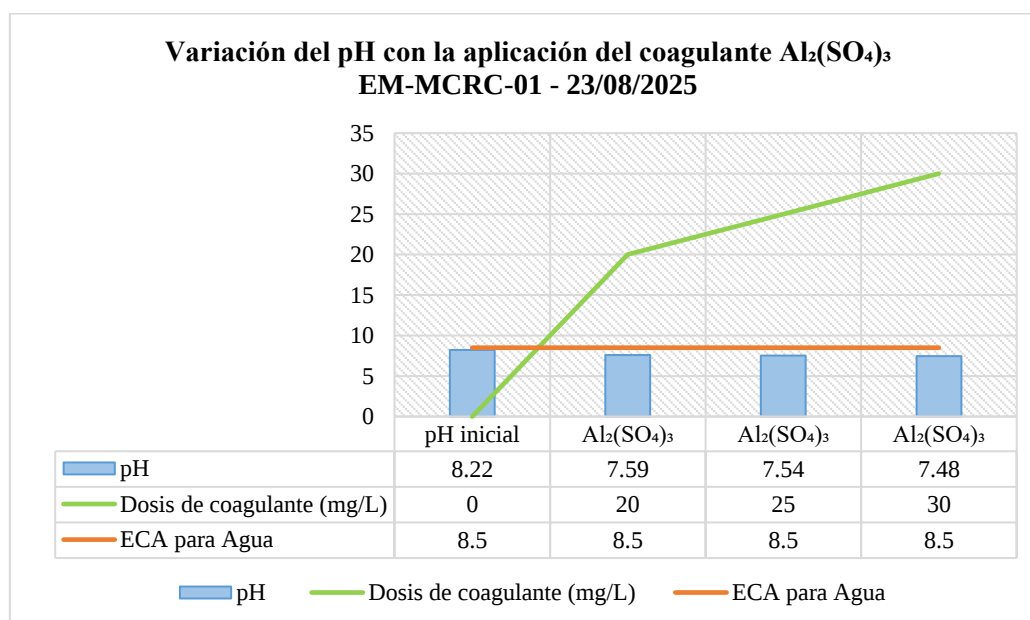


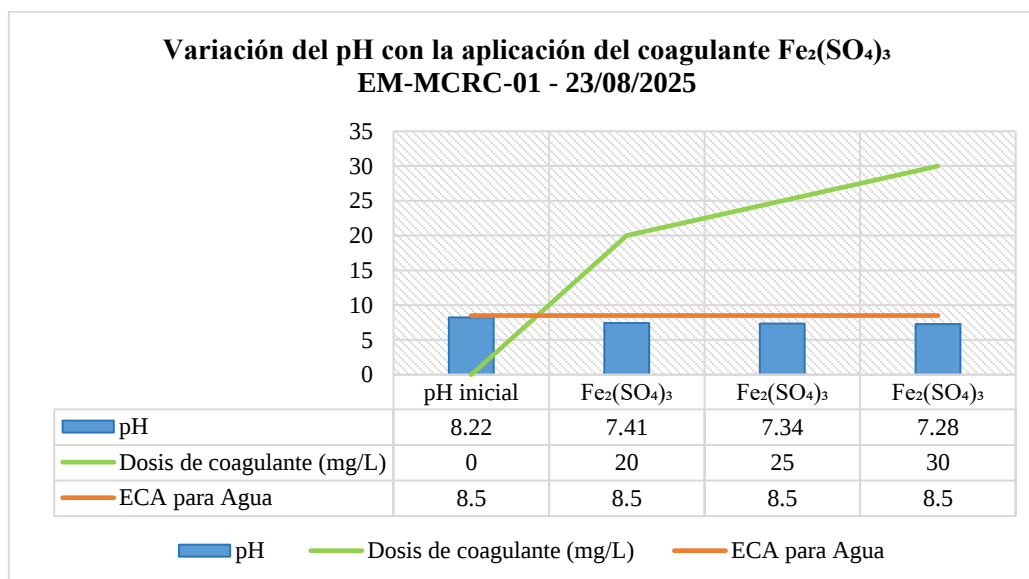
Figura 11: Variación del pH aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08

En la figura 11 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 17, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos de hidróxido de aluminio.

Tabla 18:*Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	pH inicial	0	8.22	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	7.41	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	7.34	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	7.28	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que al ser una sal fuertemente hidrolizable haya una disminución paulatina del pH del agua, conforme se incrementó la dosis del coagulante, liberando iones de hidrógeno y formando hidróxidos de hierro al reaccionar los iones de Fe^{3+} con el agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumpliendo el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 25 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad del agua.

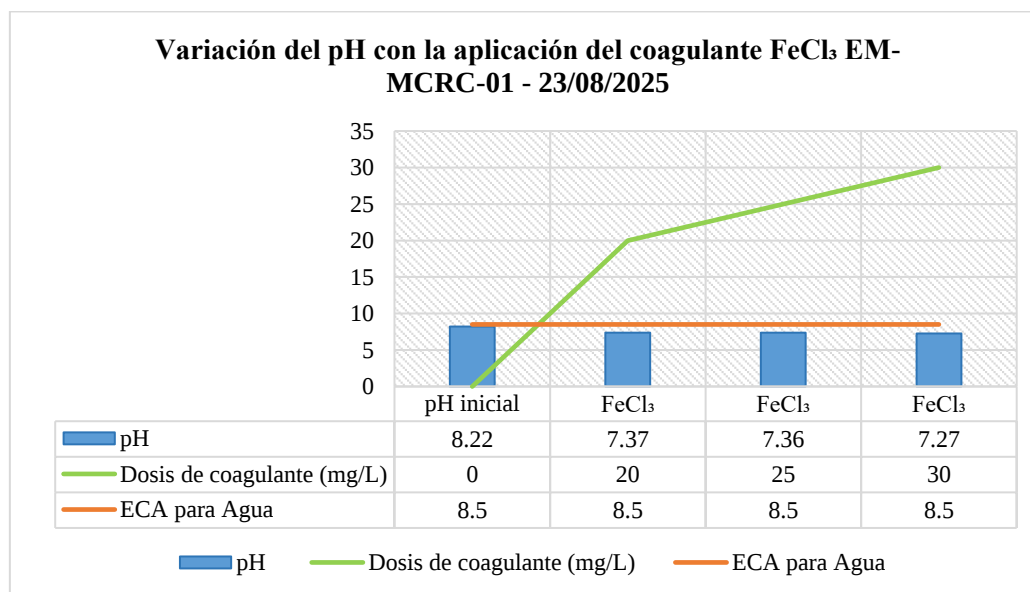
**Figura 12:** Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08

En la figura 12 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 18, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos de hidróxido férrico, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 25 – 30 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Tabla 19:*Variación del pH aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	pH inicial	0	8.22	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	20	7.37	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	25	7.36	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	30	7.27	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl_3), evidenció que al ser un coagulante ácido haya una disminución paulatina del pH del agua, conforme se incrementó la dosis, liberando iones de Cl^- y protones H^+ que contribuyen a la disminución de la alcalinidad del agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el FeCl_3 entre 20 a 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad del agua.

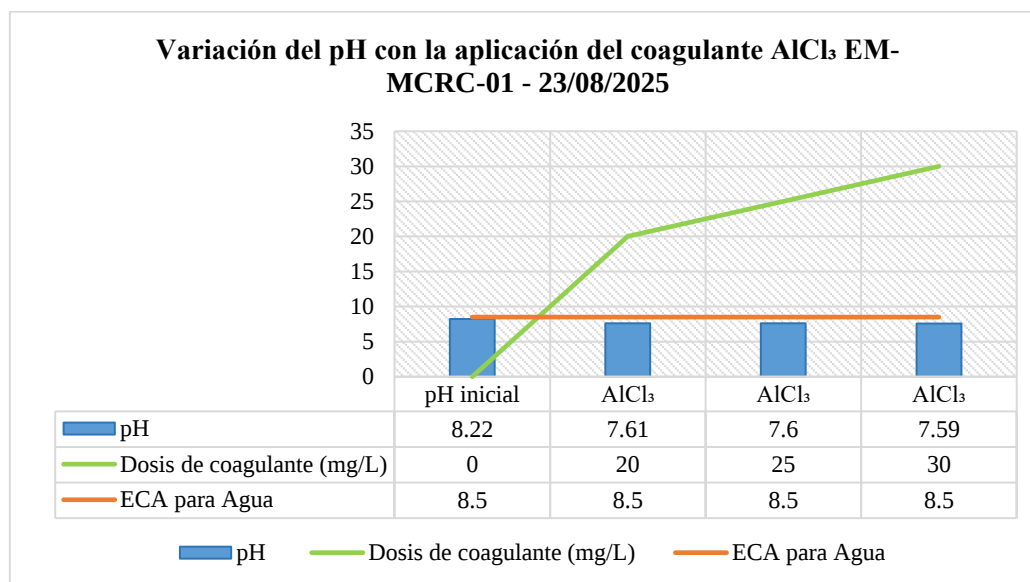
**Figura 13:** Variación del pH aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08

En la figura 13 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 19, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 20 – 25 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Tabla 20:*Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	pH inicial	0	8.22	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	20	7.61	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	25	7.6	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	30	7.59	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio (AlCl_3), evidenció que al ser un coagulante ligeramente ácido cuando reacciona con el agua, esta muestra una baja disminución del pH del agua conforme se incrementó la dosis, formando aluminio hidrolizado y libera protones H^+ que contribuyen a la disminución ligera de la alcalinidad del agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH del agua del río Huaura se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el AlCl_3 entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad.

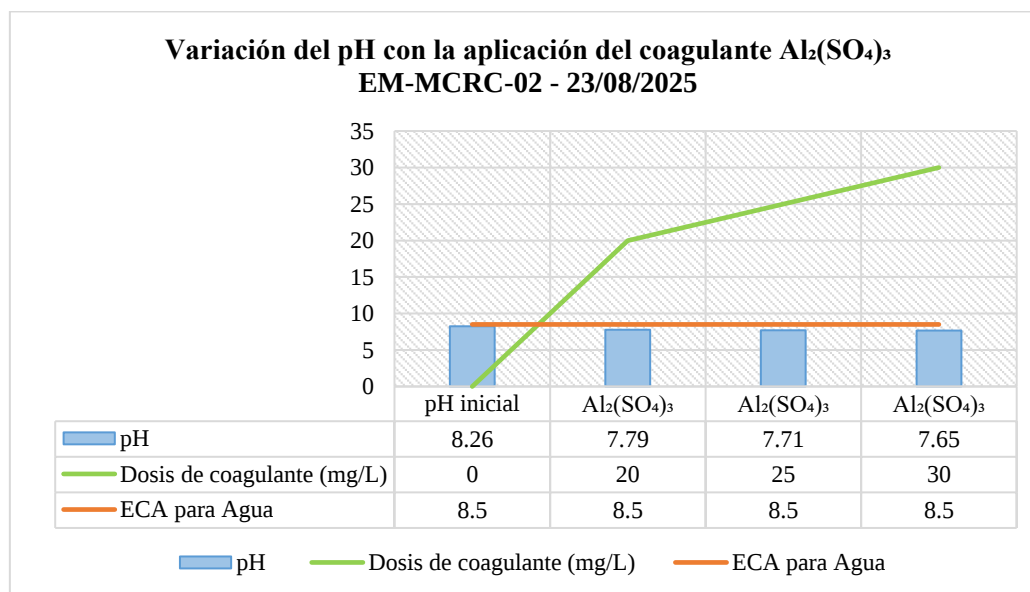
**Figura 14:** Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08

En la figura 14 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 20, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 20 – 30 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Tabla 21:*Variación del pH aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis del coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	pH inicial	0	8.26	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	20	7.79	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	25	7.71	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	30	7.65	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), mostró que al ser una sal ácida haya una disminución paulatina del pH conforme se incrementó la dosis del coagulante, liberando iones de hidrógeno y formando hidróxidos de aluminio (proceso de hidrólisis). Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $Al_2(SO_4)_3$ entre 25 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable.

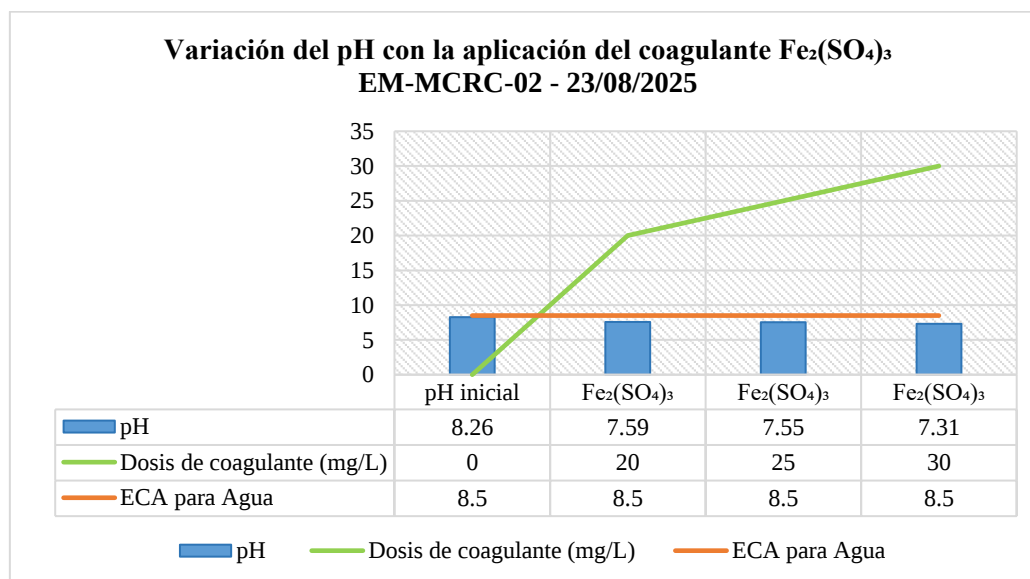
**Figura 15:** Variación del pH aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08

En la figura 15 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 21, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos de hidróxido de aluminio.

Tabla 22:*Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	pH inicial	0	8.26	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	7.59	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	7.55	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	7.31	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que al ser una sal fuertemente hidrolizable haya una disminución paulatina del pH del agua, conforme se incrementó la dosis del coagulante, liberando iones de hidrógeno y formando hidróxidos de hierro al reaccionar los iones de Fe^{3+} con el agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumpliendo el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 20 a 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad del agua.

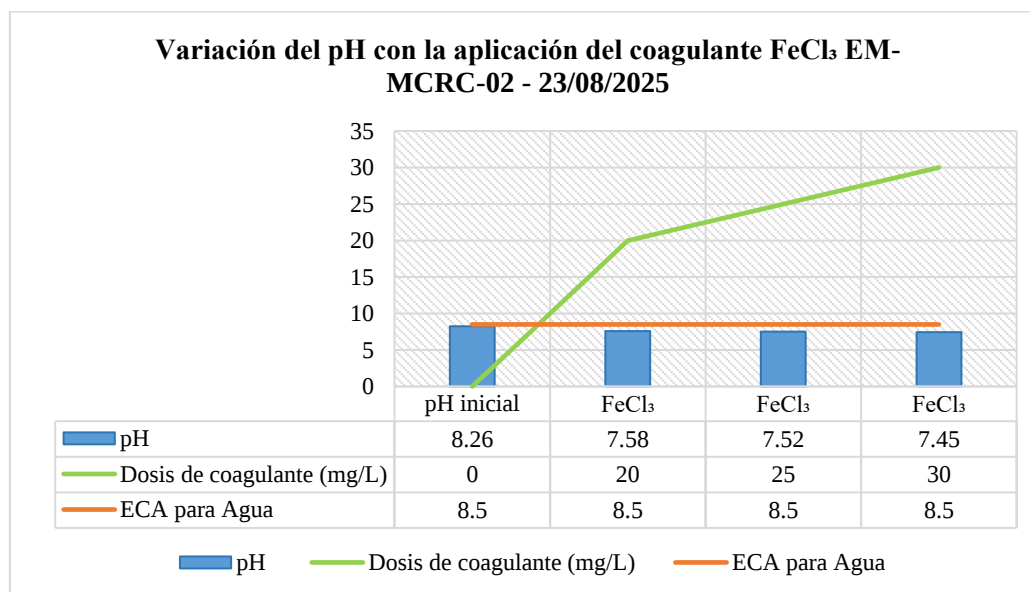
**Figura 16:** Variación del pH aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08

En la figura 16 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 22, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos de hidróxido férrico, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 20 – 25 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Tabla 23:*Variación del pH aplicando el FeCl₃ en el EM-MCRC-02 el 23/08*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	pH inicial	0	8.26	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	FeCl ₃	20	7.58	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	FeCl ₃	25	7.52	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	FeCl ₃	30	7.45	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl₃), evidenció que al ser un coagulante ácido haya una disminución paulatina del pH del agua, conforme se incrementó la dosis, liberando iones de Cl⁻ y protones H⁺ que contribuyen a la disminución de la alcalinidad del agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el FeCl₃ entre 20 a 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad del agua.

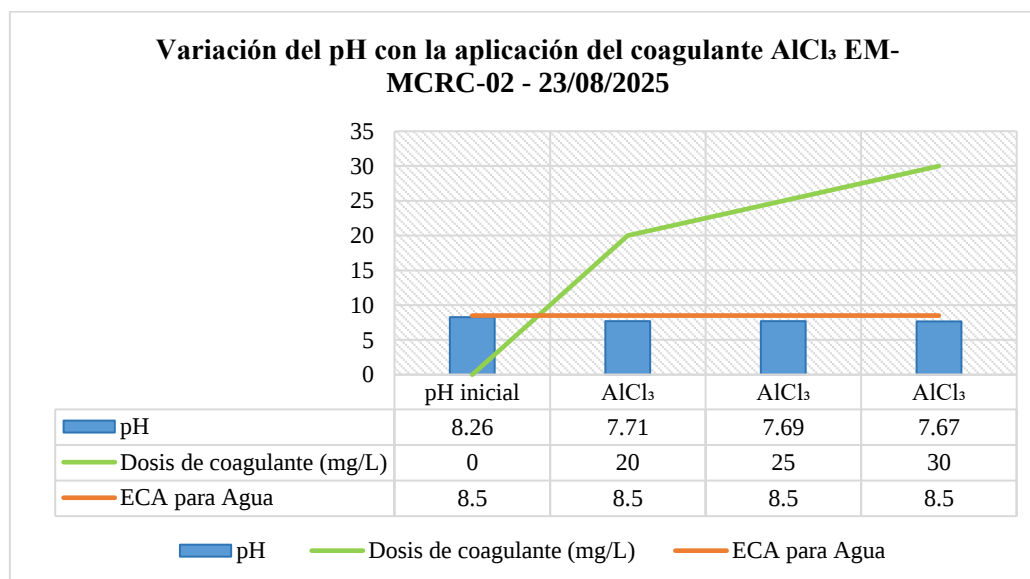
**Figura 17:** Variación del pH aplicando el FeCl₃ en el EM-MCRC-02 el 23/08

En la figura 17 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 23, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 20 – 25 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Tabla 24:*Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02 el 23/08*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	pH inicial	0	8.26	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	20	7.71	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	25	7.69	6.5 - 8.5	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	30	7.67	6.5 - 8.5	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio (AlCl_3), evidenció que al ser un coagulante ligeramente ácido cuando reacciona con el agua, esta muestra una baja disminución del pH del agua conforme se incrementó la dosis, formando aluminio hidrolizado y libera protones H^+ que contribuyen a la disminución ligera de la alcalinidad del agua. Sin embargo, a pesar de incremento de la dosis, el pH del agua del río Huaura se mantuvo entre los rangos de 6.5 – 8.5 cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Así mismo se evidenció que el pH muestra una tendencia estable cuando se aplicó el AlCl_3 entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable de la alcalinidad

**Figura 18:** Variación del pH aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02 el 23/08

En la figura 14 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 24, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución ligera y estable del pH, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de formación de los flóculos, mostrándose el pH estable en con una dosis del coagulante entre 20 – 30 mg/L, favoreciendo a la remoción de los contaminantes fisicoquímicos.

Tabla 25:*Resumen de variación de pH con la aplicación de coagulantes el 27/07/2025*

Tipo del coagulante	Dosis del coagulante (mg/L)	pH EM-MCRC-01	pH EM-MCRC-02	pH promedio	ECA para Agua
pH inicial	0	8.1	8.16	8.13	6.5 - 8.5
Al ₂ (SO ₄) ₃	20	7.45	7.64	7.55	6.5 - 8.5
Al ₂ (SO ₄) ₃	25	7.44	7.63	7.54	6.5 - 8.5
Al ₂ (SO ₄) ₃	30	7.37	7.56	7.47	6.5 - 8.5
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	7.32	7.59	7.46	6.5 - 8.5
Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	7.29	7.53	7.41	6.5 - 8.5
Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	7.16	7.42	7.29	6.5 - 8.5
FeCl ₃	20	7.38	7.61	7.50	6.5 - 8.5
FeCl ₃	25	7.29	7.52	7.41	6.5 - 8.5
FeCl ₃	30	7.24	7.47	7.36	6.5 - 8.5
AlCl ₃	20	7.58	7.74	7.66	6.5 - 8.5
AlCl ₃	25	7.56	7.71	7.64	6.5 - 8.5
AlCl ₃	30	7.53	7.64	7.59	6.5 - 8.5

Para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los 4 tipos de coagulante aplicado contribuyen a una disminución controlada del pH del agua del río Huaura que inicialmente era alcalina (por encima de 8). Sin embargo, numéricamente hablando, el cloruro de aluminio ha mostrado una menor caída y estabilización del pH; del mismo modo la dosis del coagulante recomendado de acuerdo a los resultados obtenidos es de 20 – 25 mg/L de cloruro de aluminio, ya que genera un menor impacto en la variación del pH.

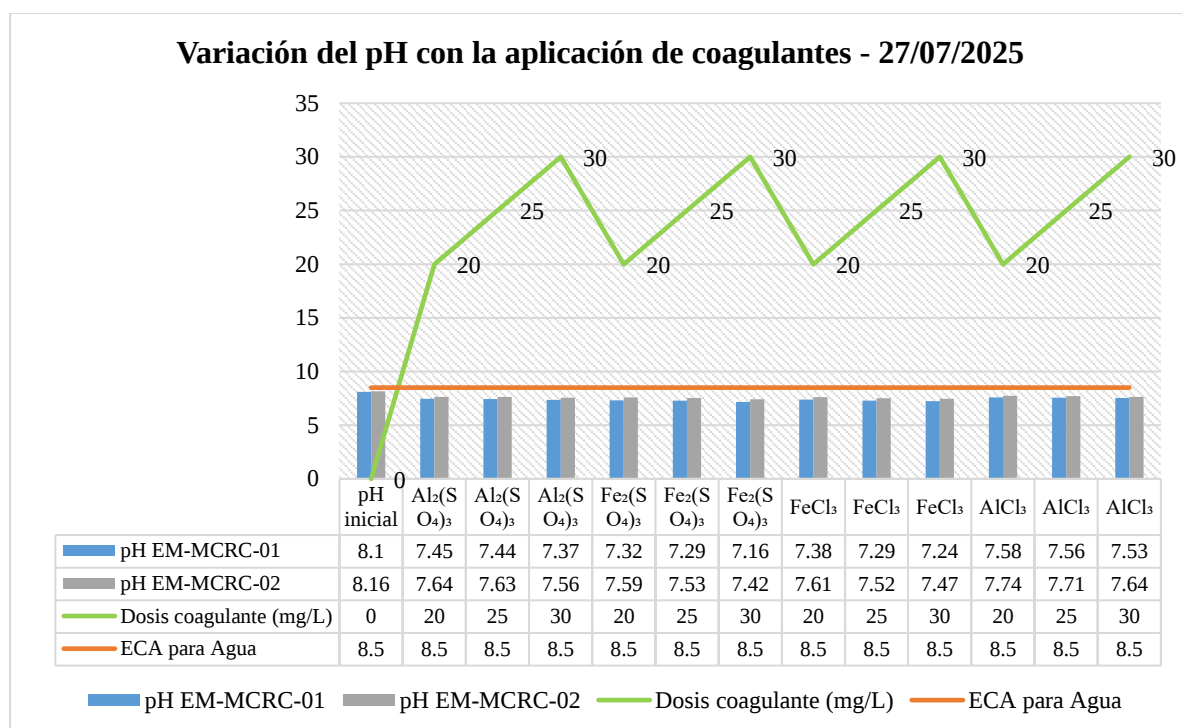


Figura 19: Variación del pH con la aplicación de coagulantes – 27/07/2025

En la figura 19 se muestra una disminución ligera del pH del agua del río Huaura cuando se aplicó los coagulantes, estabilizándose en mayor de 7 para todos los casos.

Tabla 26:

Resumen de variación de pH con la aplicación de coagulantes el 23/08/2025

Tipo del coagulante	Dosis del coagulante (mg/L)	pH EM-MCRC-01	pH EM-MCRC-02	pH promedio	ECA para Agua
pH inicial	0	8.22	8.26	8.24	6.5 - 8.5
Al ₂ (SO ₄) ₃	20	7.59	7.79	7.69	6.5 - 8.5
Al ₂ (SO ₄) ₃	25	7.54	7.71	7.63	6.5 - 8.5
Al ₂ (SO ₄) ₃	30	7.48	7.65	7.57	6.5 - 8.5
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	7.41	7.59	7.50	6.5 - 8.5
Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	7.34	7.55	7.45	6.5 - 8.5
Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	7.28	7.31	7.30	6.5 - 8.5
FeCl ₃	20	7.37	7.58	7.48	6.5 - 8.5
FeCl ₃	25	7.36	7.52	7.44	6.5 - 8.5
FeCl ₃	30	7.27	7.45	7.36	6.5 - 8.5
AlCl ₃	20	7.61	7.71	7.66	6.5 - 8.5
AlCl ₃	25	7.6	7.69	7.65	6.5 - 8.5
AlCl ₃	30	7.59	7.67	7.63	6.5 - 8.5

Para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los 4 tipos de coagulante aplicado contribuyen a una disminución controlada del pH del agua del río Huaura que inicialmente era alcalina (por encima de 8). Sin embargo, numéricamente hablando, el cloruro de aluminio ha mostrado una menor caída y estabilización del pH; del mismo modo la dosis del coagulante recomendado de acuerdo a los resultados obtenidos es de 20 – 25 mg/L de cloruro de aluminio, ya que genera un menor impacto en la variación del pH.

En ese sentido, los estudios de análisis con los métodos de coagulación realizados el 27/07/2025 y el 23/08/2025 mostraron que el pH del río Huaura tiene una mayor estabilización con un resultado alcalino con el coagulante Cloruro de Aluminio, con una dosis de aplicación de 20 – 25 mg/L.

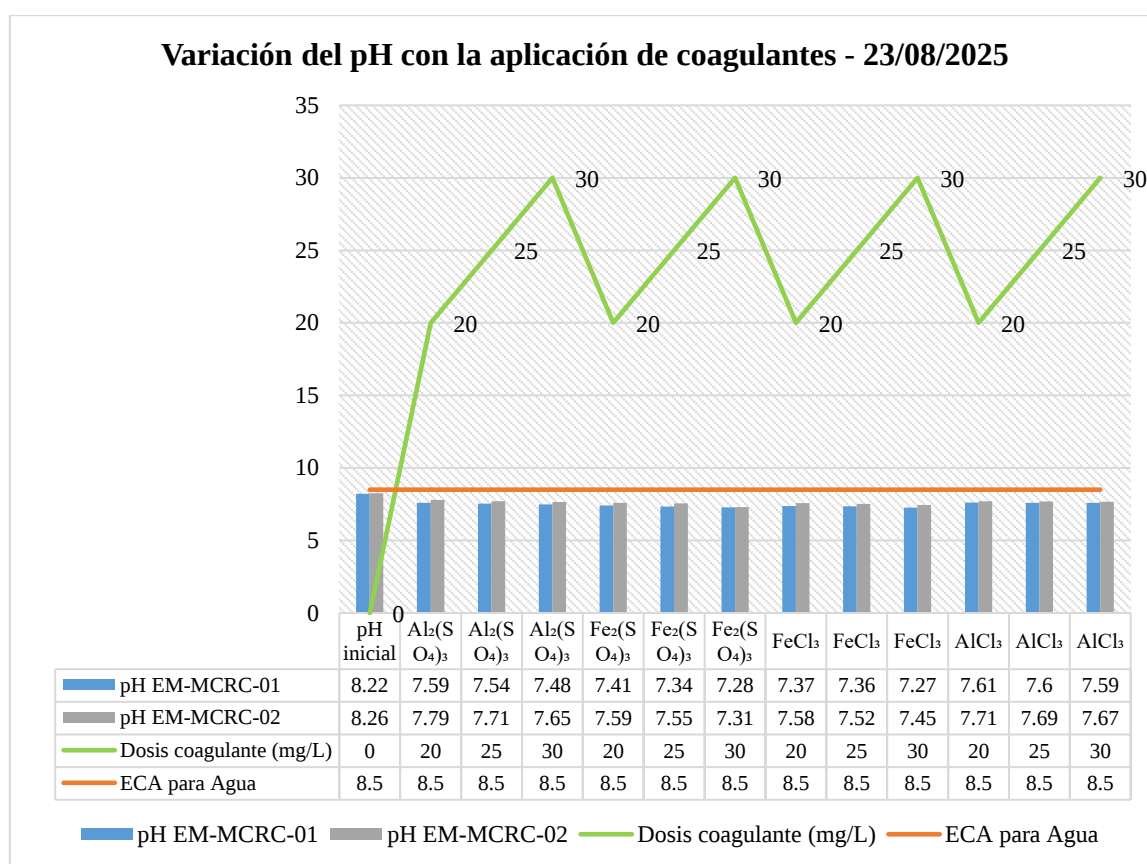


Figura 20: Variación del pH con la aplicación de coagulantes – 23/08/2025

En la figura 20 se muestra una disminución ligera del pH del agua del río Huaura cuando se aplicó los coagulantes, al igual que los resultados obtenidos el 27/07/2025, estabilizándose en mayor de 7 para todos los casos; mostrando sin embargo un equilibrio ligero del pH al aplicar el coagulante cloruro de aluminio con una dosis de 20 – 25 mg/L.

Tabla 27:*Promedio de resultados de la efectividad de los coagulantes - pH*

Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	27/07/2025		23/08/2025		Promedio
		pH EM-	pH EM-	pH EM-	pH EM-	
		MCRC-01	MCRC-02	MCRC-01	MCRC-02	
pH inicial	0	8.1	8.16	8.22	8.26	8.19
Al ₂ (SO ₄) ₃	20	7.45	7.64	7.59	7.79	7.62
Al ₂ (SO ₄) ₃	25	7.44	7.63	7.54	7.71	7.58
Al ₂ (SO ₄) ₃	30	7.37	7.56	7.48	7.65	7.52
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	7.32	7.59	7.41	7.59	7.48
Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	7.29	7.53	7.34	7.55	7.43
Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	7.16	7.42	7.28	7.31	7.29
FeCl ₃	20	7.38	7.61	7.37	7.58	7.49
FeCl ₃	25	7.29	7.52	7.36	7.52	7.42
FeCl ₃	30	7.24	7.47	7.27	7.45	7.36
AlCl ₃	20	7.58	7.74	7.61	7.71	7.66
AlCl ₃	25	7.56	7.71	7.6	7.69	7.64
AlCl ₃	30	7.53	7.64	7.59	7.67	7.61

Para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los estudios realizados los días 27/07/2025 y 23/08/2025 evidencian que los 4 tipos de coagulante aplicado contribuyen a una disminución controlada del pH del agua del río Huaura que inicialmente era alcalina (por encima de 8). Sin embargo, numéricamente hablando, con el coagulante cloruro de aluminio ha mostrado una menor caída y por ende una mayor estabilización del pH; del mismo modo la dosis del coagulante recomendado de acuerdo a los resultados obtenidos es de 20 – 25 mg/L de AlCl₃, ya que genera un menor impacto en la variación del pH.

En ese sentido, los estudios de análisis con los métodos de coagulación realizados el 27/07/2025 y el 23/08/2025 tanto en el EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02 mostraron que el pH del río Huaura tiene una mayor estabilización con un resultado alcalino con el coagulante Cloruro de Aluminio, con una dosis de aplicación de 20 – 25 mg/L.

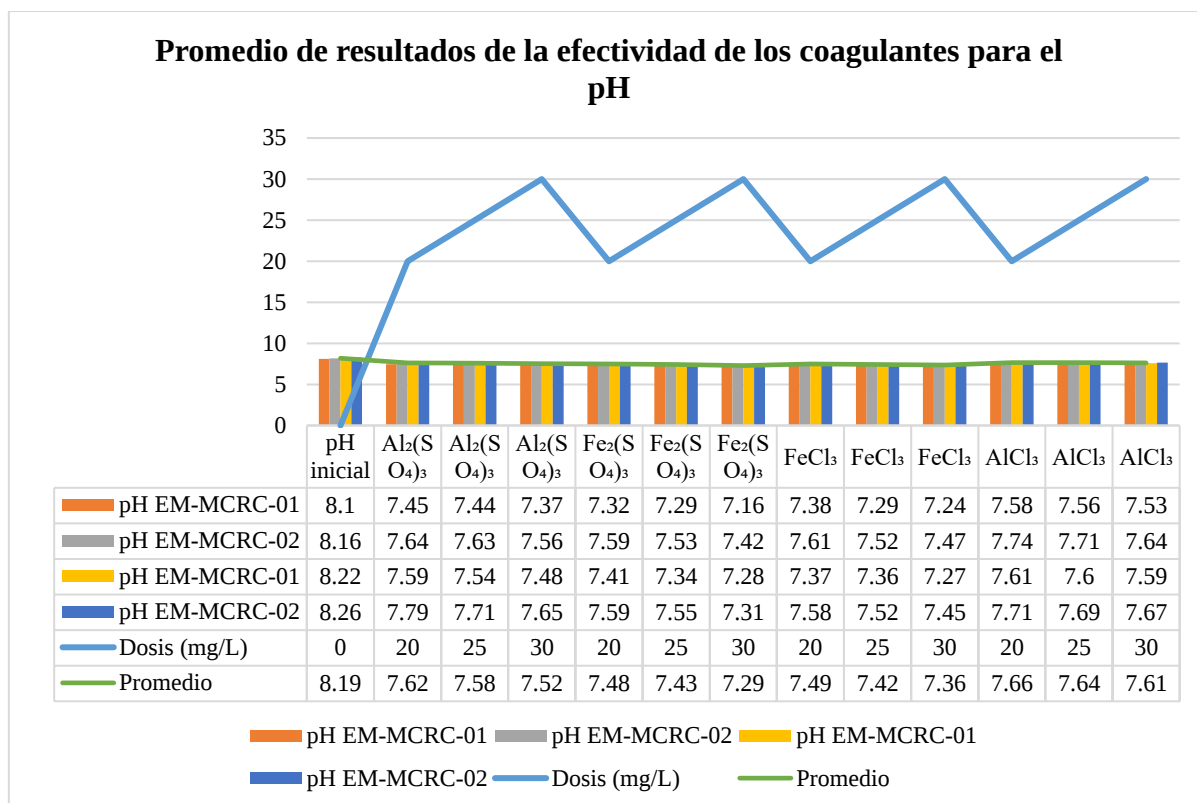


Figura 21: Promedio de resultados de la efectividad de los coagulantes para el pH

Como se visualiza en la figura 21 se muestra una disminución de la alcalinidad de agua del río Huaura conforme se incrementa la dosis de los coagulantes, evidenciando también una clara estabilidad del pH cuando se aplica el coagulante cloruro de aluminio con un rango de dosis de 20 – 25 mg/L de agua tanto en los estudios realizados el 27/07/2025 y el 23/08/2025.

Resultados de variación de la conductividad aplicando coagulantes el 27/07/2025

Tabla 28:

Variación de la conductividad aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad (μS/cm)	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	Conductividad inicial	0	550	2500	Cumple
27/07/2025	Al ₂ (SO ₄) ₃	20	560	2500	Cumple
27/07/2025	Al ₂ (SO ₄) ₃	25	570	2500	Cumple
27/07/2025	Al ₂ (SO ₄) ₃	30	580	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento

ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de sulfato y aluminio que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente se evidenció que la conductividad muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable.

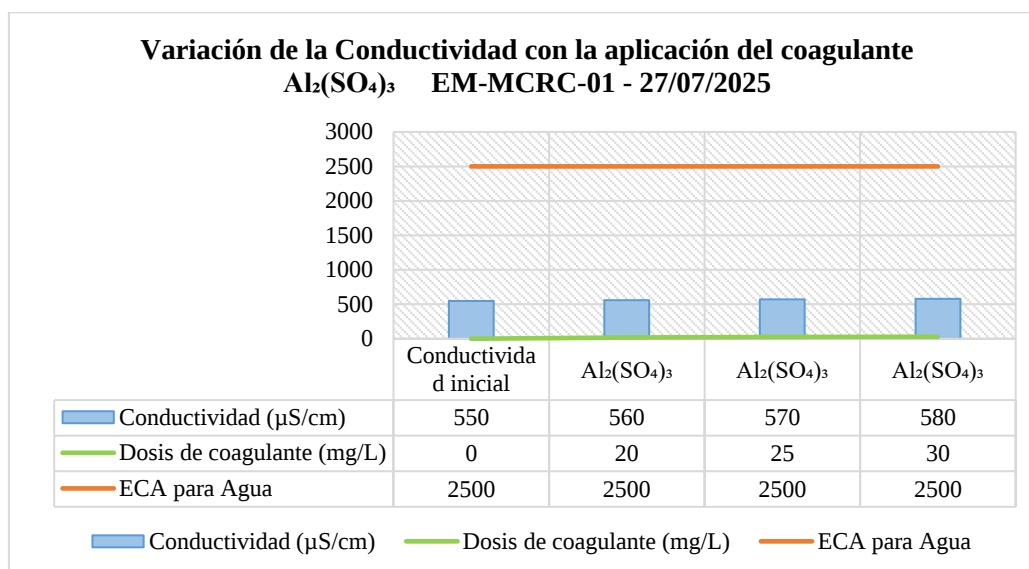


Figura 22: Variación de la conductividad aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01

En la figura 22 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 28, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Por tanto, al no existir una variación brusca de la conductividad cuando se aplica el coagulante $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, la dosis idónea puede ser desde (20 – 30 mg/L).

Tabla 29:

Variación de la conductividad aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	Conductividad inicial	0	550	2500	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	550	2500	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	560	2500	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	560	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se adiciona la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y SO_4^{2-} que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a $2500 \mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente se evidenció que la conductividad muestra una tendencia muy estable cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable. Sin embargo, si se busca una estabilidad de la conductividad la dosis de 25 mg/L puede ser el más idóneo.

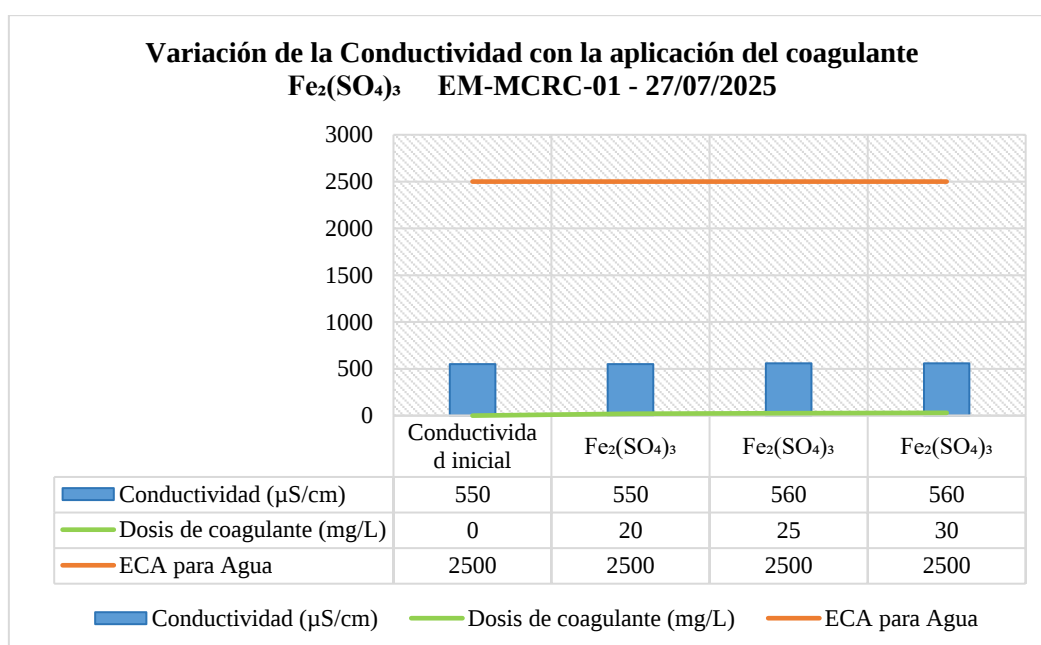


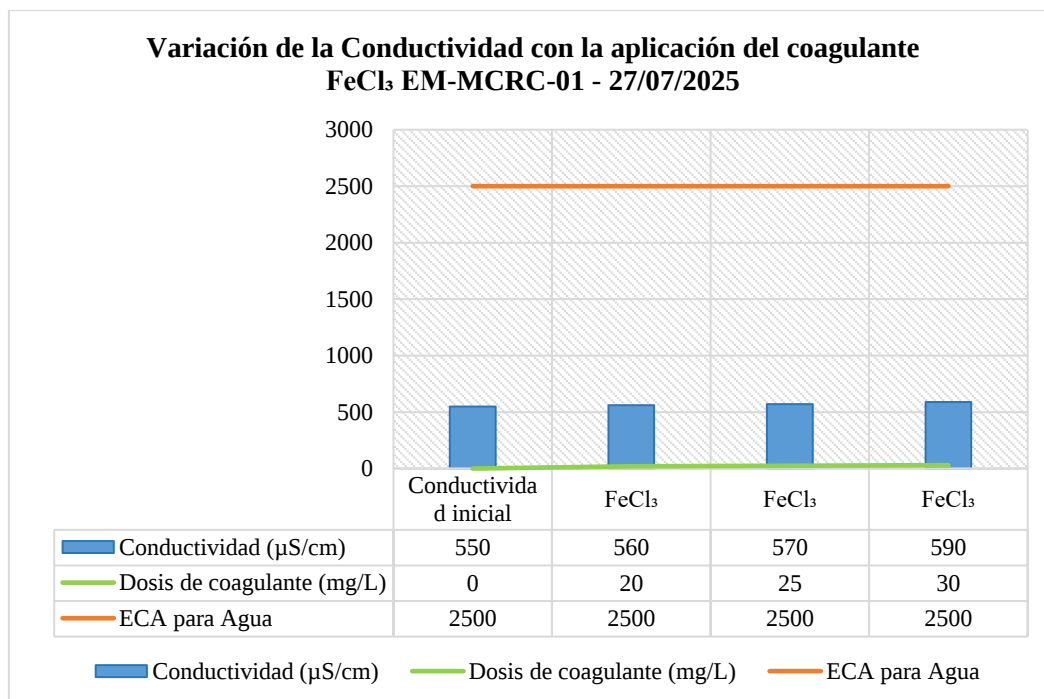
Figura 23: Variación de la conductividad aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01

En la figura 23 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 29, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Por tanto, al no visualizar una variación brusca de la conductividad cuando se aplica el coagulante $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, la dosis idónea si se busca una estabilidad, puede ser de 25 mg/L.

Tabla 30:*Variación de la conductividad aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	Conductividad inicial	0	550	2500	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	20	560	2500	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	25	570	2500	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	30	590	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

**Figura 24:** Variación de la conductividad aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01

En la figura 24 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 30, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Sin embargo, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L de FeCl_3 , ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

Tabla 31:

Variación de la conductividad aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	Conductividad inicial	0	550	2500	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	20	560	2500	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	25	580	2500	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	30	590	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio (AlCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Al^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

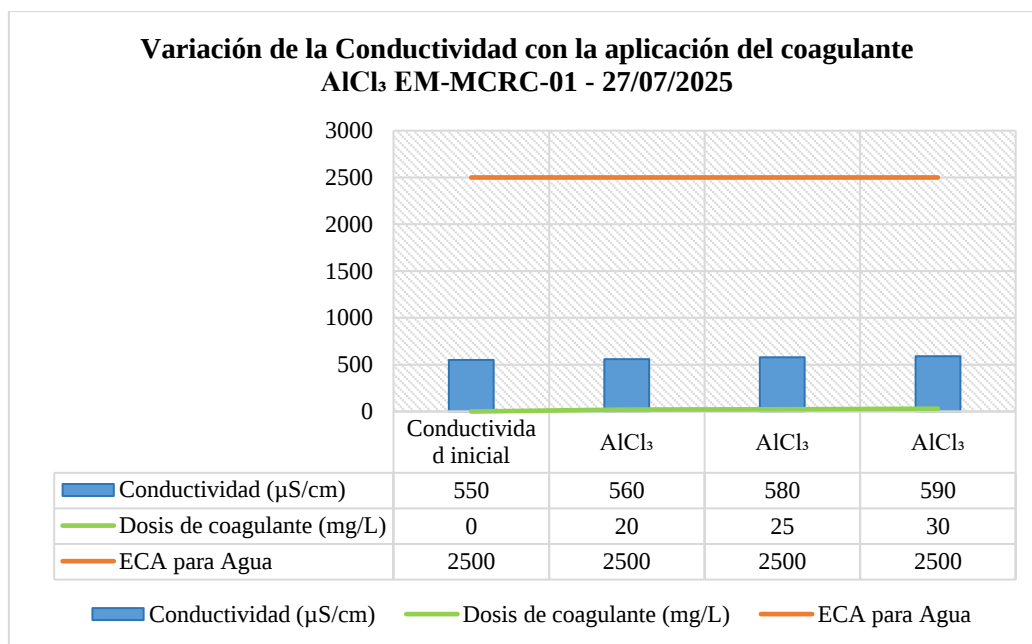


Figura 25: Variación de la conductividad aplicando el AlCl₃ en el EM-MCRC-01

En la figura 25 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 31, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Sin embargo, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L de AlCl₃, ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

Tabla 32:

Variación de la conductividad aplicando el Al₂(SO₄)₃ en el EM-MCRC-02

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad (µS/cm)	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	Conductividad inicial	0	550	2500	Cumple
27/07/2025	Al ₂ (SO ₄) ₃	20	560	2500	Cumple
27/07/2025	Al ₂ (SO ₄) ₃	25	560	2500	Cumple
27/07/2025	Al ₂ (SO ₄) ₃	30	570	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio (Al₂(SO₄)₃), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de sulfato y aluminio que son liberados en el proceso de coagulación –

floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente se evidenció que la conductividad muestra una tendencia muy estable cuando se aplicó el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable. Sin embargo, si se busca una estabilidad y equilibrio de la conductividad, la dosis de 25 mg/L puede ser el más idóneo.

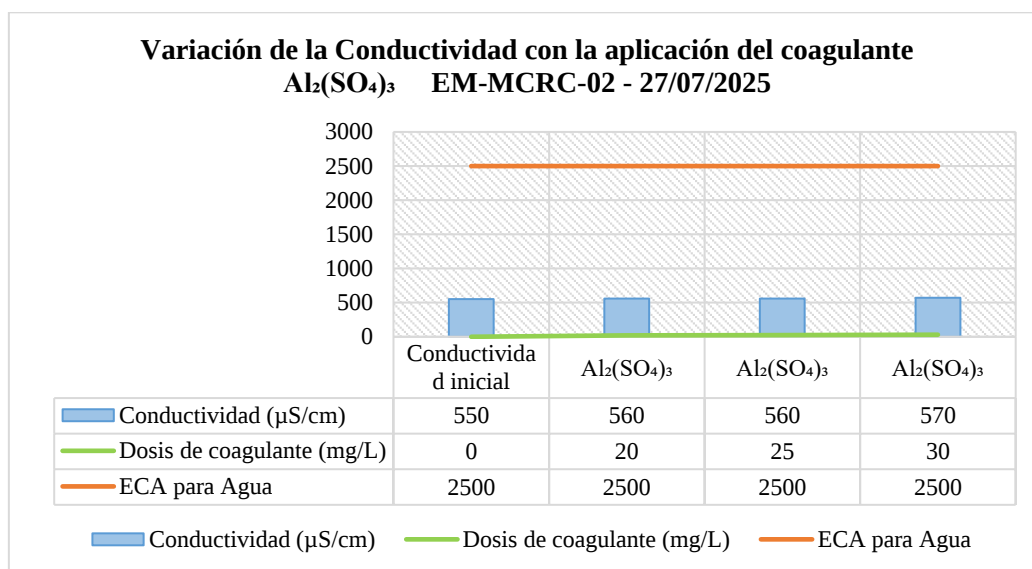


Figura 26: Variación de la conductividad aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02

En la figura 26 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 32, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Por tanto, al no visualizar una variación brusca de la conductividad cuando se aplica el coagulante $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, la dosis idónea si se busca una estabilidad, puede ser de 25 mg/L.

Tabla 33:

Variación de la conductividad aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	Conductividad inicial	0	550	2500	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	560	2500	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	560	2500	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	570	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se adiciona la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y SO_4^{2-} que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a $2500 \mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente se evidenció que la conductividad muestra una tendencia muy estable cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable. Sin embargo, si se busca una estabilidad de la conductividad la dosis de 25 mg/L puede ser el más idóneo.

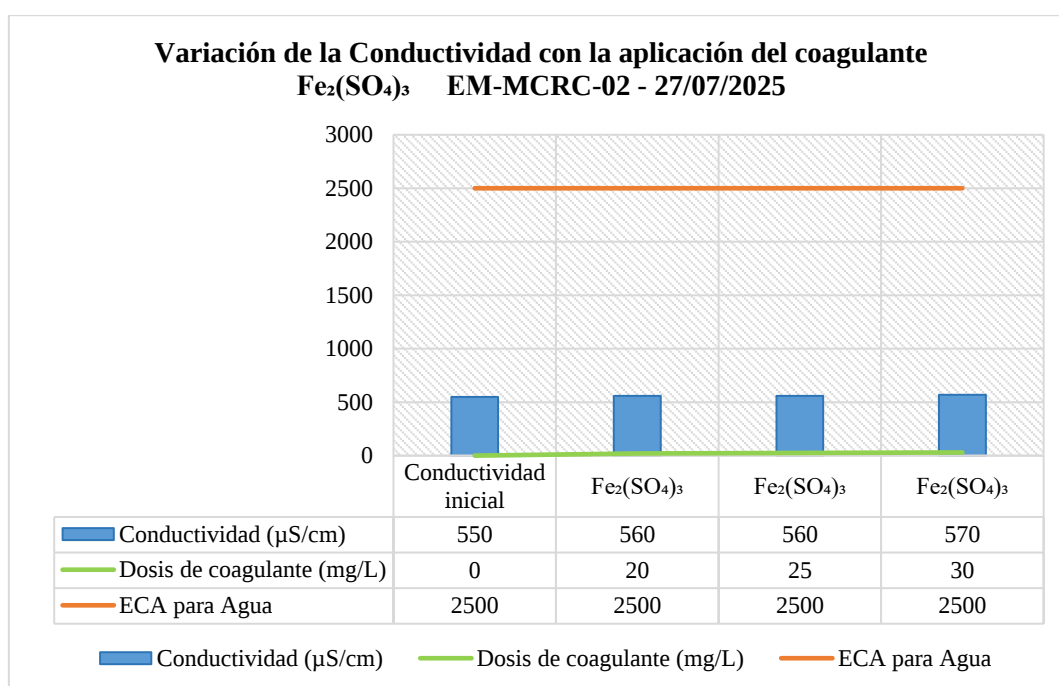


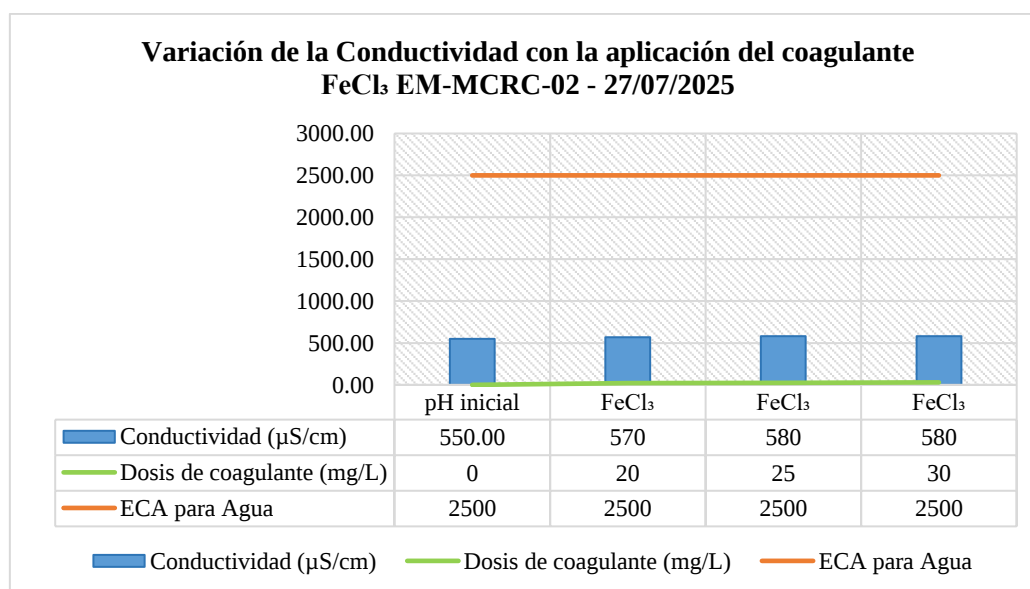
Figura 27: Variación de la conductividad aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02

En la figura 27 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 33, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Por tanto, al no visualizar una variación brusca de la conductividad cuando se aplica el coagulante $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, la dosis idónea si se busca una estabilidad, puede ser de 25 mg/L.

Tabla 34:*Variación de la conductividad aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	Conductividad inicial	0	550	2500	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	20	570	2500	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	25	580	2500	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	30	580	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S/cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

**Figura 28:** Variación de la conductividad aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02

En la figura 28 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 34, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad

conforme se adiciona una mayor dosificación. Sin embargo, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L de FeCl_3 , ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

Tabla 35:

Variación de la conductividad aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	ECA para Agua	Resultado
27/07/2025	Conductividad inicial	0	550	2500	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	20	570	2500	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	25	580	2500	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	30	590	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio (AlCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Al^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S/cm}$ cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

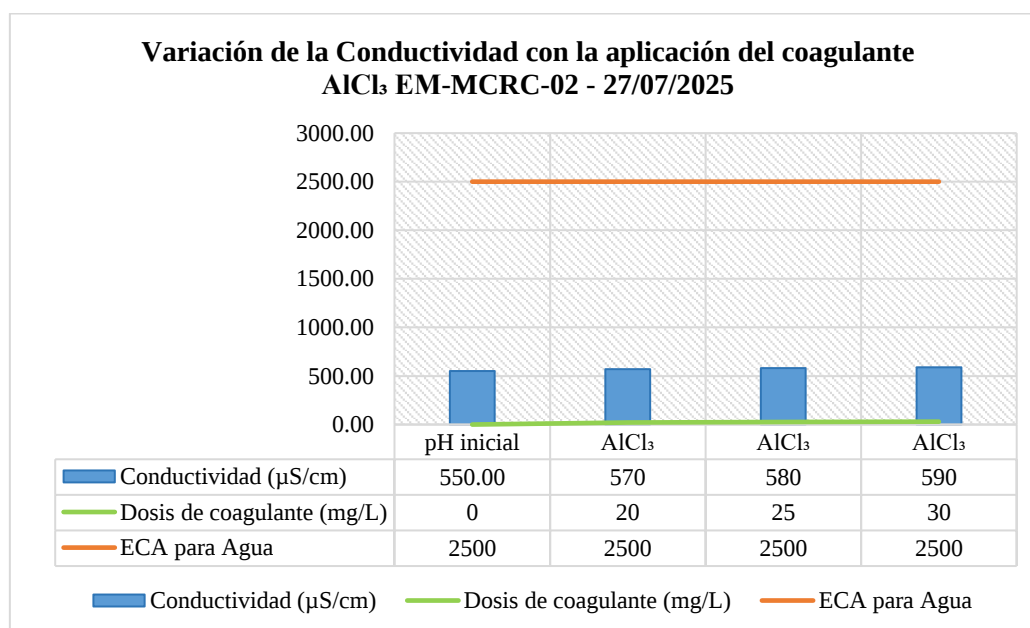


Figura 29: Variación de la conductividad aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02

En la figura 29 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 35, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Sin embargo, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L de $AlCl_3$, ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

Resultados de variación de la conductividad aplicando coagulantes el 23/08/2025

Tabla 36:

Variación de la conductividad con $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu S/cm$)	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	Conductividad inicial	0	560	2500	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	20	560	2500	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	25	570	2500	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	30	570	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de sulfato y aluminio que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu S/cm$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente se evidenció que la conductividad muestra una tendencia muy estable cuando se aplicó el $Al_2(SO_4)_3$ entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable. Sin embargo, si se busca una estabilidad y equilibrio de la conductividad, la dosis de 25 mg/L puede ser el más idóneo.

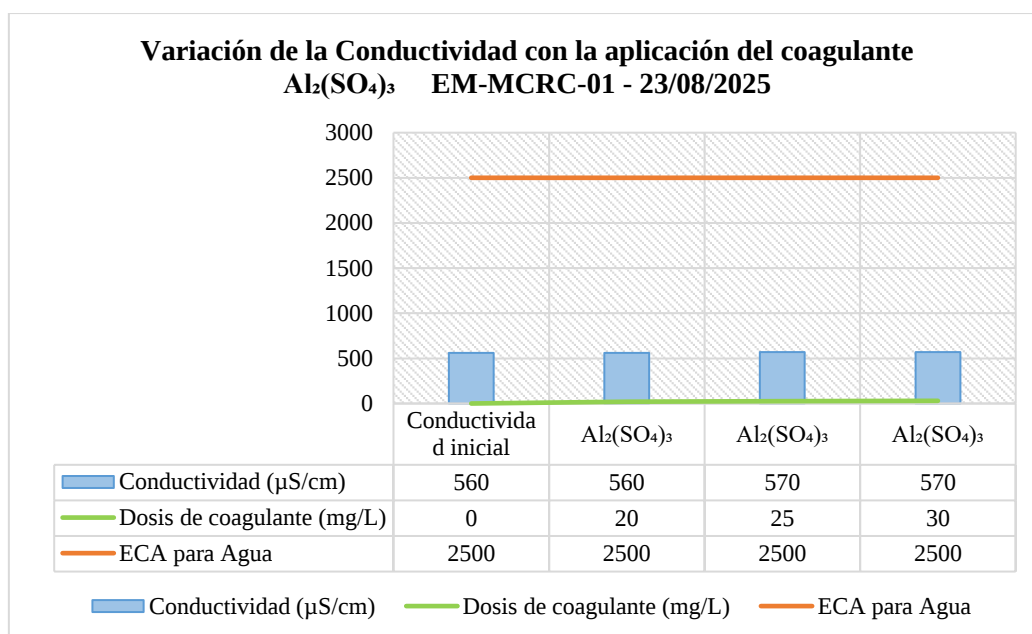


Figura 30: Variación de la conductividad con Al₂(SO₄)₃ en el EM-MCRC-01 el 23/08

En la figura 30 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 36, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Por tanto, al no visualizar una variación brusca de la conductividad cuando se aplica el coagulante Al₂(SO₄)₃, la dosis idónea si se busca una estabilidad, puede ser de 25 mg/L.

Tabla 37:

Variación de la conductividad con Fe₂(SO₄)₃ en el EM-MCRC-01 el 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad (µS/cm)	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	Conductividad inicial	0	560	2500	Cumple
23/08/2025	Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	560	2500	Cumple
23/08/2025	Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	580	2500	Cumple
23/08/2025	Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	580	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico (Fe₂(SO₄)₃), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se adiciona la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe³⁺ y SO₄²⁻ que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así

mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente se evidenció que la conductividad muestra una tendencia muy estable cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable. Sin embargo, si se busca una estabilidad de la conductividad la dosis de 25 mg/L puede ser el más idóneo.

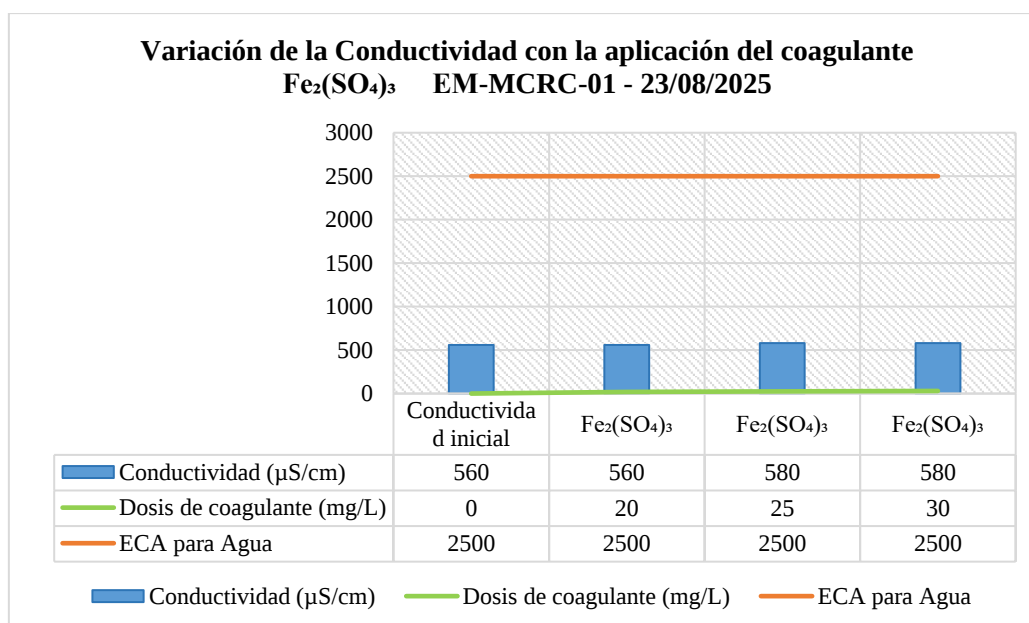


Figura 31: Variación de la conductividad con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08

En la figura 31 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 37, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Por tanto, al no visualizar una variación brusca de la conductividad cuando se aplica el coagulante $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, la dosis idónea si se busca una estabilidad, puede ser de 25 mg/L.

Tabla 38:

Variación de la conductividad con FeCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	Conductividad inicial	0	560	2500	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	20	570	2500	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	25	580	2500	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	30	590	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L al establecerse como punto medio de estos.

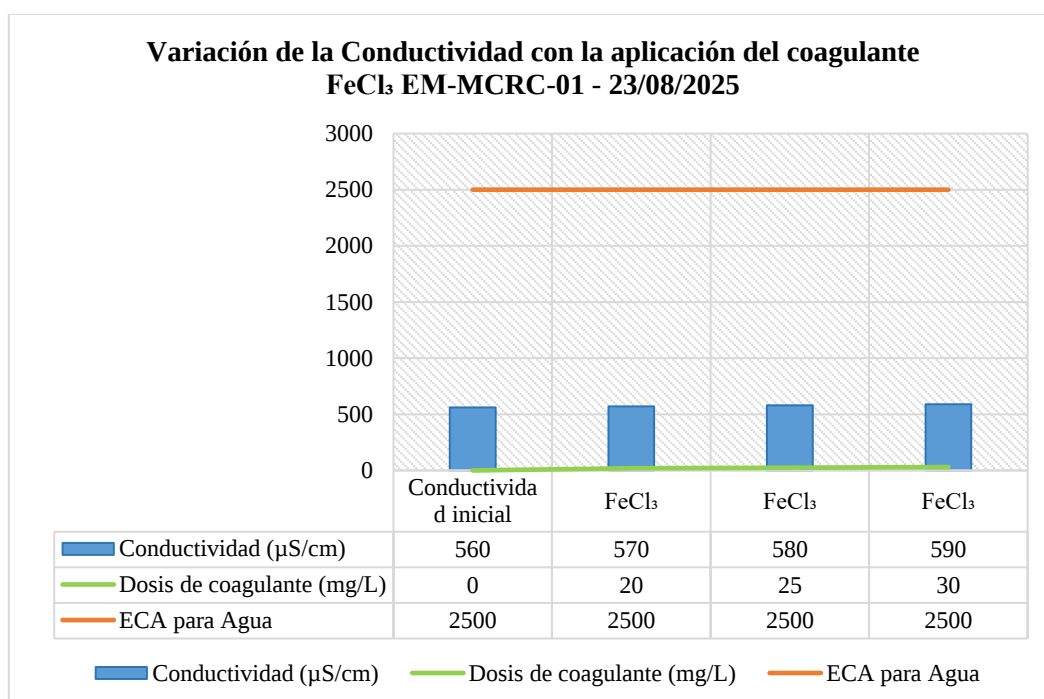


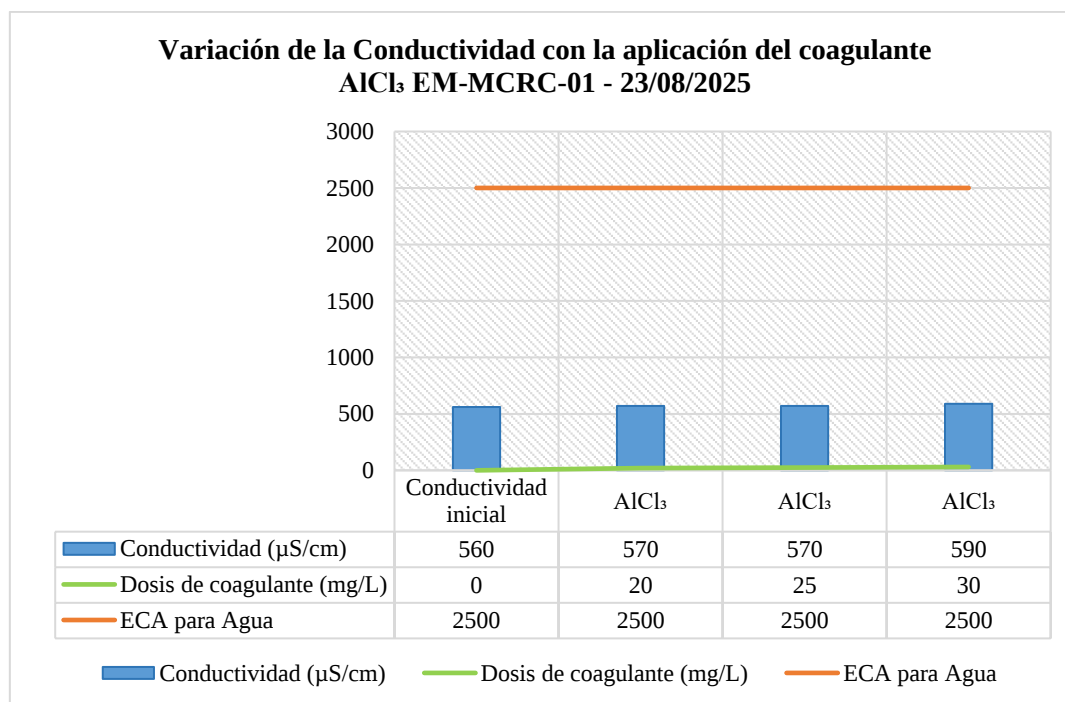
Figura 32: Variación de la conductividad con FeCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08

En la figura 32 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 38, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Sin embargo, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L al establecerse como punto medio de estos.

Tabla 39:*Variación de la conductividad con $AlCl_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu S/cm$)	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	Conductividad inicial	0	560	2500	Cumple
23/08/2025	$AlCl_3$	20	570	2500	Cumple
23/08/2025	$AlCl_3$	25	570	2500	Cumple
23/08/2025	$AlCl_3$	30	590	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio ($AlCl_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Al^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu S/cm$ cumpliendo el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

**Figura 33:** Variación de la conductividad con $AlCl_3$ en el EM-MCRC-01 el 23/08

En la figura 33 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 39, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Sin embargo, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L de $AlCl_3$, ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

Tabla 40:

Variación de la conductividad con $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu S/cm$)	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	Conductividad inicial	0	570	2500	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	20	580	2500	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	25	580	2500	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	30	590	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de sulfato y aluminio que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu S/cm$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente se evidenció que la conductividad muestra una tendencia muy estable cuando se aplicó el $Al_2(SO_4)_3$ entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable. Sin embargo, si se busca una estabilidad y equilibrio de la conductividad, la dosis de 25 mg/L puede ser el más idóneo.

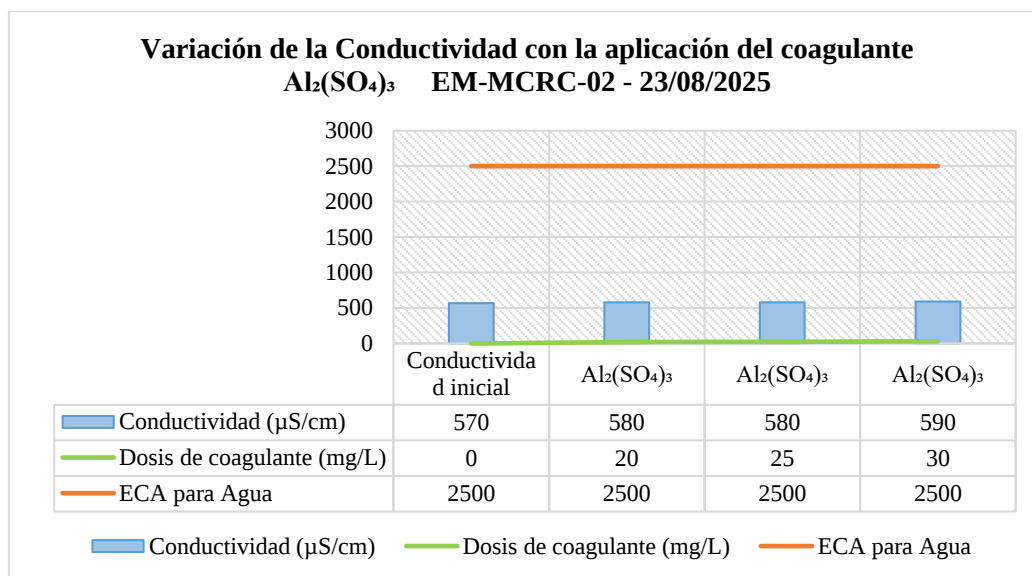


Figura 34: Variación de la conductividad con Al₂(SO₄)₃ en el EM-MCRC-02 el 23/08

En la figura 34 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 40, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Por tanto, al no visualizar una variación brusca de la conductividad cuando se aplica el coagulante Al₂(SO₄)₃, la dosis idónea si se busca una estabilidad, puede ser de 25 mg/L.

Tabla 41:

Variación de la conductividad con Fe₂(SO₄)₃ en el EM-MCRC-02 el 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad (µS/cm)	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	Conductividad inicial	0	570	2500	Cumple
23/08/2025	Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	580	2500	Cumple
23/08/2025	Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	590	2500	Cumple
23/08/2025	Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	590	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico (Fe₂(SO₄)₃), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se adiciona la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe³⁺ y SO₄²⁻ que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así

mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente se evidenció que la conductividad muestra una tendencia muy estable cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable. Sin embargo, si se busca una estabilidad de la conductividad la dosis de 25 mg/L puede ser el más idóneo.

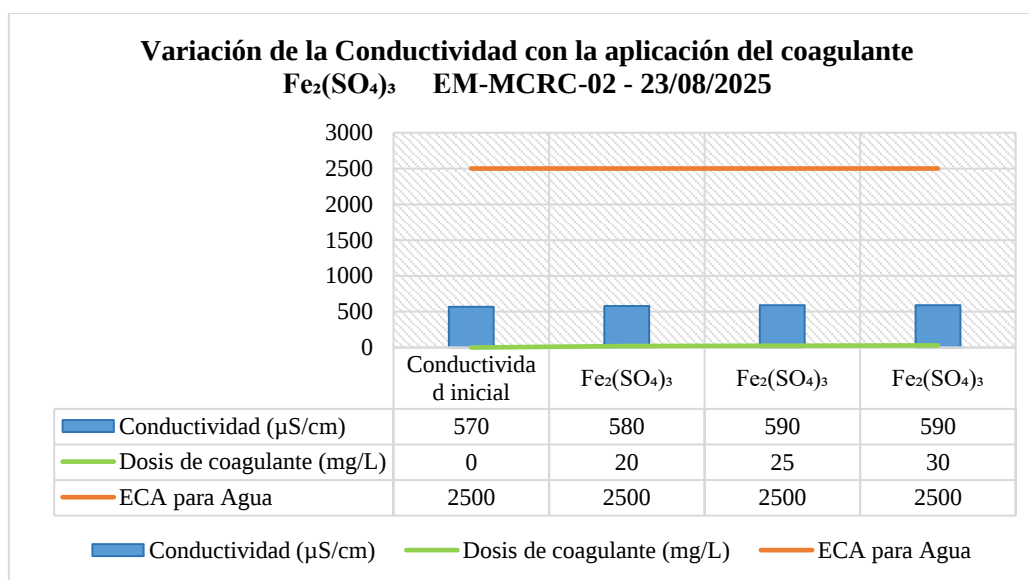


Figura 35: Variación de la conductividad con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 el 23/08

En la figura 35 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 41, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Finalmente se evidenció que la conductividad muestra una tendencia muy estable cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ entre 20 a 30 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable. Sin embargo, si se busca una estabilidad de la conductividad la dosis de 25 mg/L puede ser el más idóneo.

Tabla 42:

Variación de la conductividad con FeCl_3 en el EM-MCRC-02 el 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	Conductividad inicial	0	570	2500	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	20	570	2500	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	25	600	2500	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	30	600	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L al establecerse como punto medio de estos.

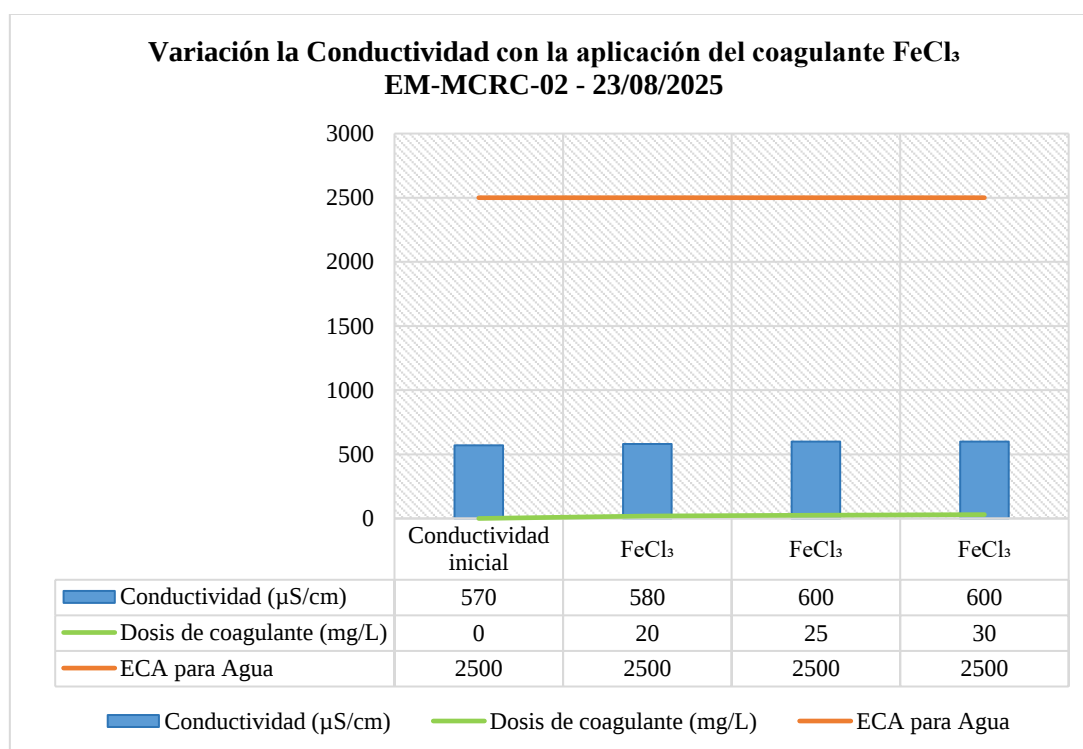


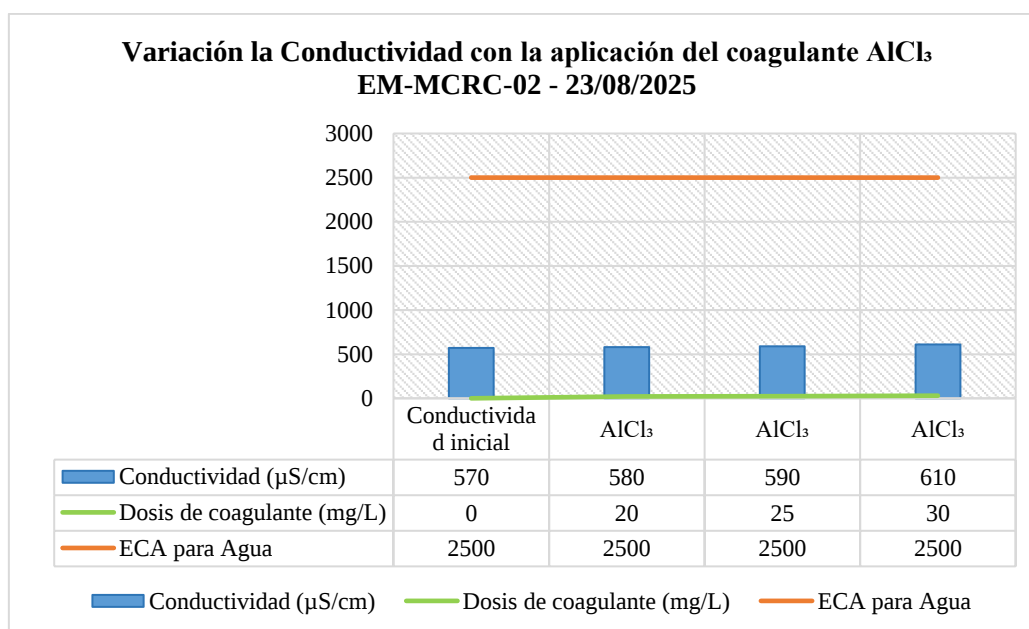
Figura 36: Variación de la conductividad con FeCl_3 en el EM-MCRC-02 el 23/08

En la figura 36 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 42, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Sin embargo, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L al establecerse como punto medio de estos.

Tabla 43:*Variación de la conductividad con AlCl_3 en el EM-MCRC-02 el 23/08*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ECA para Agua	Resultado
23/08/2025	Conductividad inicial	0	570	2500	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	20	580	2500	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	25	590	2500	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	30	610	2500	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio (AlCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de la conductividad conforme se incrementa la dosis del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Al^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a $2500 \mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

**Figura 37:** Variación de la conductividad con AlCl_3 en el EM-MCRC-01 el 23/08

En la figura 37 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 43, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de

coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Sin embargo, si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L de AlCl_3 , ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

Tabla 44:

Resumen de variación de la conductividad con coagulantes el 27/07/2025

Tipo del coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad EM-MCRC-01	Conductividad EM-MCRC-02	Conductiv. promedio	ECA para Agua
Conductividad inicial	0	550	550	550	2500
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	20	560	560	560	2500
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	25	570	560	565	2500
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	30	580	570	575	2500
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	550	560	555	2500
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	560	560	560	2500
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	560	570	565	2500
FeCl_3	20	560	570	565	2500
FeCl_3	25	570	580	575	2500
FeCl_3	30	590	580	585	2500
AlCl_3	20	560	570	565	2500
AlCl_3	25	580	580	580	2500
AlCl_3	30	590	590	590	2500

Se precisa que para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los estudios realizados el 27/07/2025, los 4 tipos de coagulante aplicado mostraron que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumpliendo el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). En cuanto respecta al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ presenta un comportamiento medio frente a los demás coagulantes, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ es el coagulante más estable puesto que incrementa en 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por cada dosis aplicada; el FeCl_3 y AlCl_3 son los coagulantes que tienden a incrementar con mayor facilidad a la conductividad, esto debido a la persistencia del Cl^- en el agua. Finalmente, una vez analizado todos los coagulantes, y si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

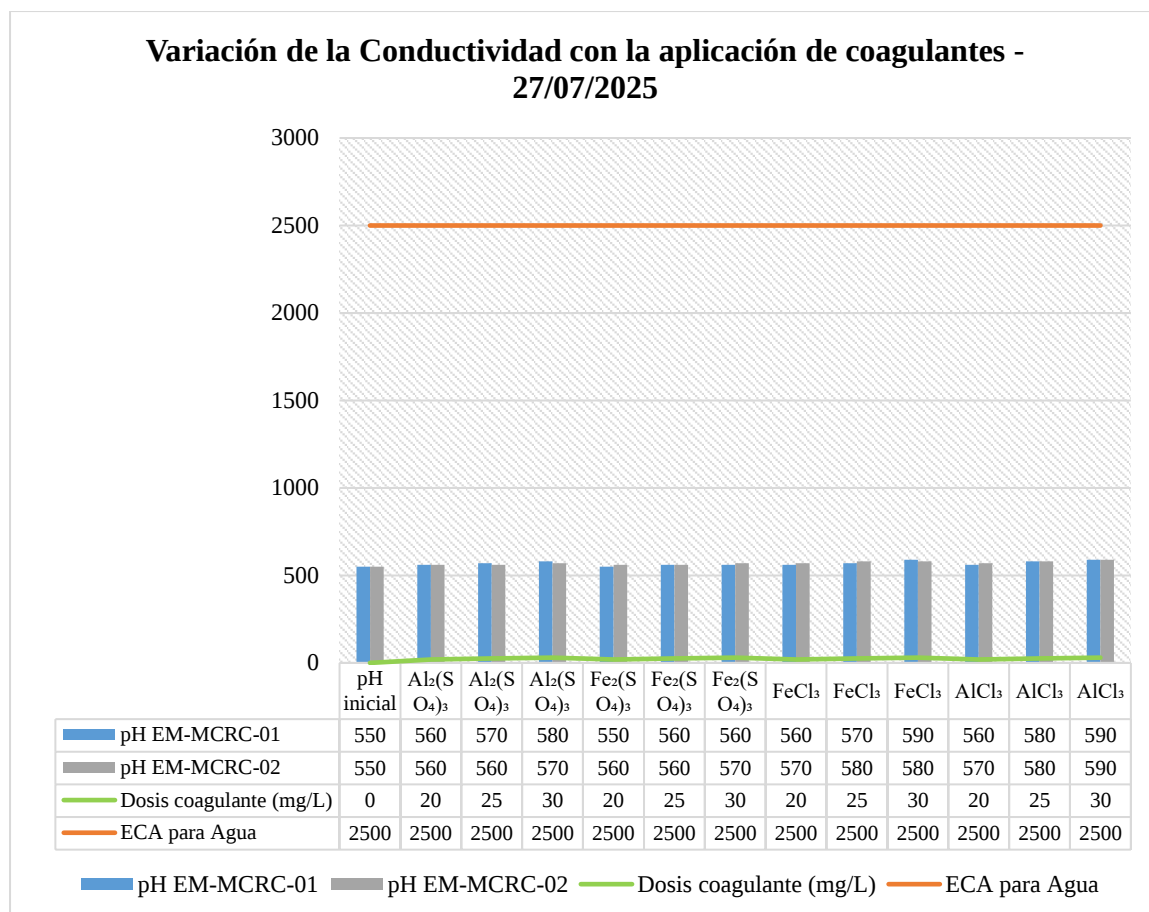


Figura 38: Variación de la conductividad con coagulantes – 27/07/2025

En la figura 38 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 44, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad cuando se incrementa la dosificación del coagulante, este resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Finalmente, una vez analizado todos los coagulantes, y si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

Tabla 45:*Resumen de variación de la conductividad con coagulantes - 23/08/2025*

Tipo del coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad EM-MCRC-01	Conductividad EM-MCRC-02	Conductiv. promedio	ECA para Agua
Conductividad inicial	0	560	570	565	2500
Al ₂ (SO ₄) ₃	20	560	580	570	2500
Al ₂ (SO ₄) ₃	25	570	580	575	2500
Al ₂ (SO ₄) ₃	30	570	590	580	2500
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	560	580	570	2500
Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	580	590	585	2500
Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	580	590	585	2500
FeCl ₃	20	570	580	575	2500
FeCl ₃	25	580	600	590	2500
FeCl ₃	30	590	600	595	2500
AlCl ₃	20	570	580	575	2500
AlCl ₃	25	570	590	580	2500
AlCl ₃	30	590	610	600	2500

Se precisa que para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los estudios realizados el 28/08/2025, los 4 tipos de coagulante aplicado mostraron que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). En cuanto respecta al Al₂(SO₄)₃ presenta un comportamiento medio e incremento uniforme frente a los demás coagulantes, Fe₂(SO₄)₃ es el coagulante más estable puesto que incrementa en 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por la primera dosis aplicada y después se mantiene constante; el FeCl₃ y AlCl₃ son los coagulantes que tienden a incrementar con mayor facilidad a la conductividad, esto debido a la persistencia del Cl⁻ en el agua. Finalmente, una vez analizado todos los coagulantes, y si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L ya que se aprecia un aumento moderado y estable de esta.

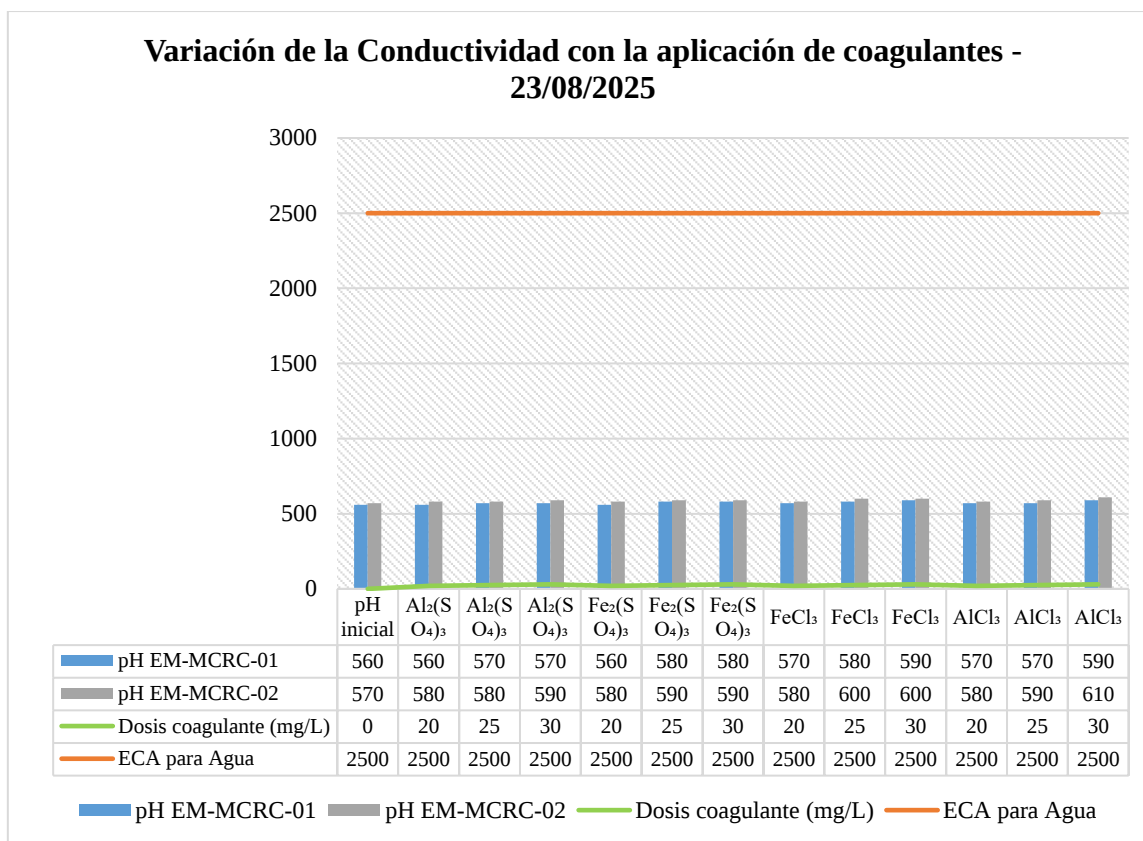


Figura 39: Variación de la conductividad con coagulantes – 23/08/2025

En la figura 39 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 45 manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad cuando se incrementa la dosificación del coagulante, este resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Finalmente, una vez analizado todos los coagulantes, y si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L de Fe₂(SO₄)₃ ya que se aprecia un aumento moderado y aceptable de esta.

Tabla 46:*Promedio de variación de la conductividad del 27/07/2025 y 23/08/2025*

Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Conductividad (µS/cm)		Conductividad (µS/cm)		Promedio
		27/07/2025		23/08/2025		
		EM-	EM-	EM-	EM-	
		MCRC-01	MCRC-02	MCRC-01	MCRC-02	
Coductiv. inicial	0	550	550	560	570	557.5
Al2(SO4)3	20	560	560	560	580	565
Al2(SO4)3	25	570	560	570	580	570
Al2(SO4)3	30	580	570	570	590	577.5
Fe2(SO4)3	20	550	560	560	580	562.5
Fe2(SO4)3	25	560	560	580	590	572.5
Fe2(SO4)3	30	560	570	580	590	575
FeCl3	20	560	570	570	580	570
FeCl3	25	570	580	580	600	582.5
FeCl3	30	590	580	590	600	590
AlCl3	20	560	570	570	580	570
AlCl3	25	580	580	570	590	580
AlCl3	30	590	590	590	610	595

Se precisa que para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los estudios realizados el 20/07/2025 y el 28/08/2025, los 4 tipos de coagulante aplicado mostraron que la adición no afecta bruscamente a la conductividad del agua del río Huaura. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 µS/cm cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). En cuanto respecta al Al₂(SO₄)₃ presenta un comportamiento medio e incremento casi uniforme frente a los demás coagulantes, Fe₂(SO₄)₃ es el coagulante más estable puesto que incrementa en 10 µS/cm por la primera dosis aplicada y después se mantiene un incremento leve; el FeCl₃ y AlCl₃ son los coagulantes que tienden a incrementar con mayor facilidad a la conductividad, esto debido a la persistencia del Cl⁻ en el agua. Finalmente, una vez analizado todos los coagulantes, y si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L de Fe₂(SO₄)₃ ya que se aprecia un aumento moderado y estable de esta.

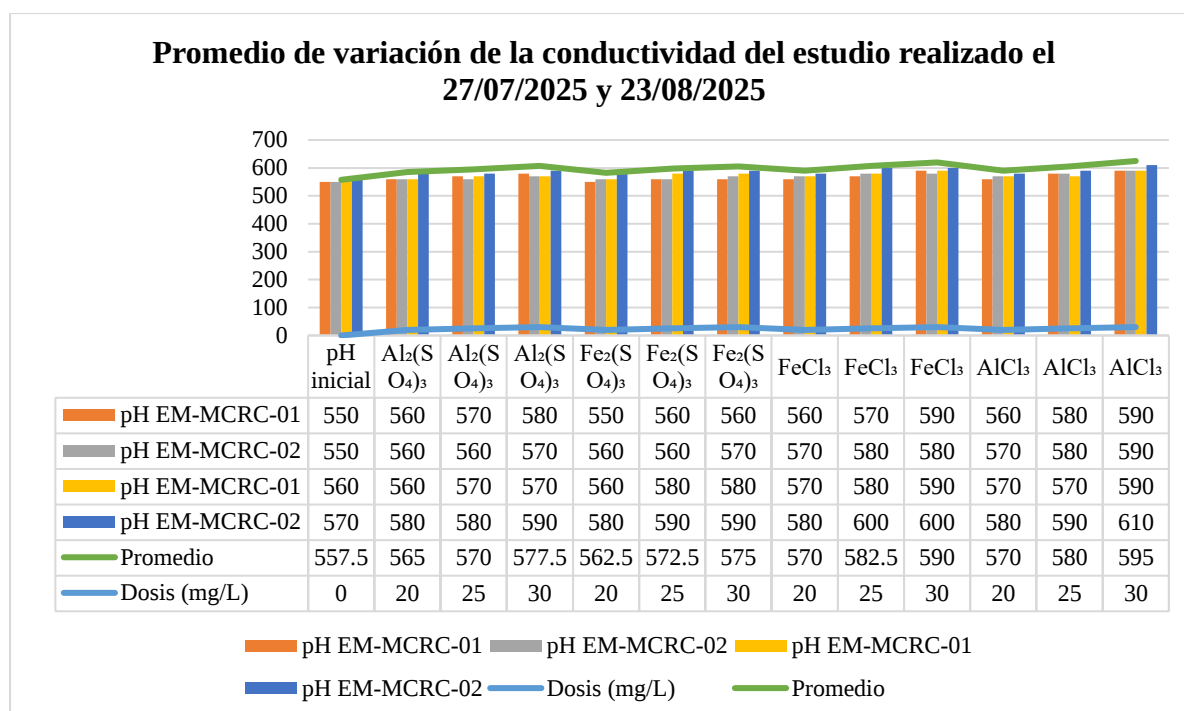


Figura 40: Promedio de variación de la conductividad del 27/07/2025 y 23/08/2025

En la figura 40 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 46 manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y un incremento ligero y estable de la conductividad cuando se incrementa la dosificación del coagulante, este resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado de la conductividad conforme se adiciona una mayor dosificación. Finalmente, una vez analizado todos los coagulantes, y si se busca una mayor estabilidad de la conductividad, puede considerarse como idóneo la dosis de 25 mg/L de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ya que se aprecia un aumento moderado y equilibrado frente a los demás coagulantes.

Resultados de variación del color de agua aplicando coagulantes el 27/07/2025

Tabla 47:

Resultados de variación del color con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
27/07/2025	Color inicial	0	26	100	Cumple	0.00
27/07/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	20	12	100	Cumple	53.85
27/07/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	25	10	100	Cumple	61.54
27/07/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	30	7	100	Cumple	73.08

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de aluminio y flóculos. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cuidando el gasto económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sería de 20 mg/L, pero si se quiere una remoción más profunda la dosis sería de 25 mg/L para obtener un resultado eficiente.

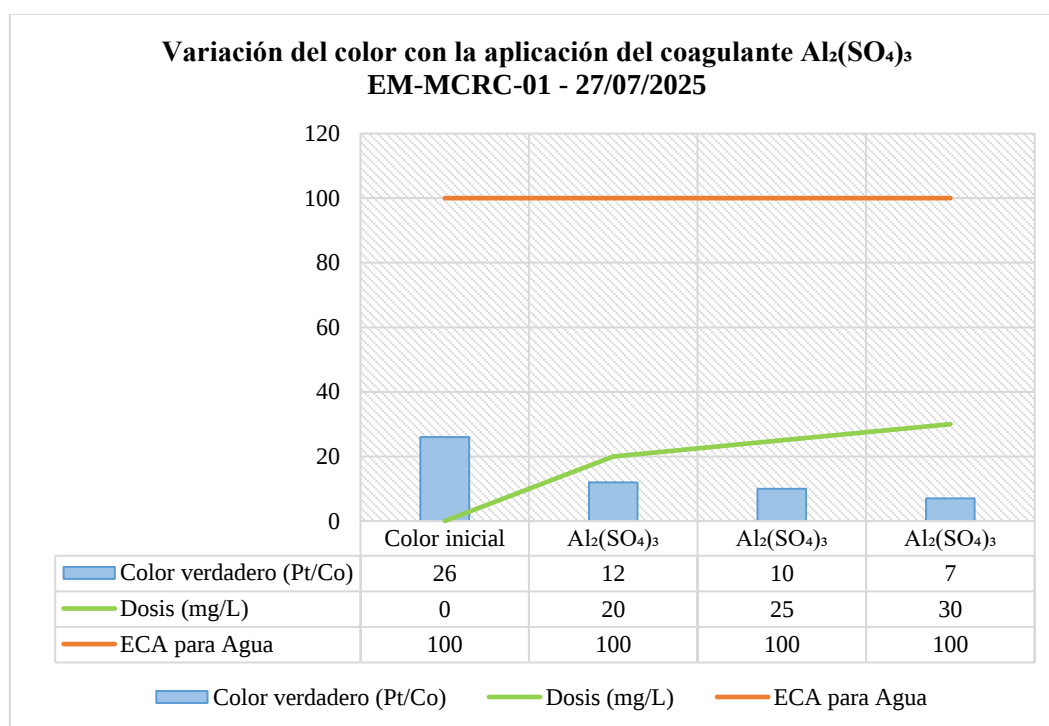


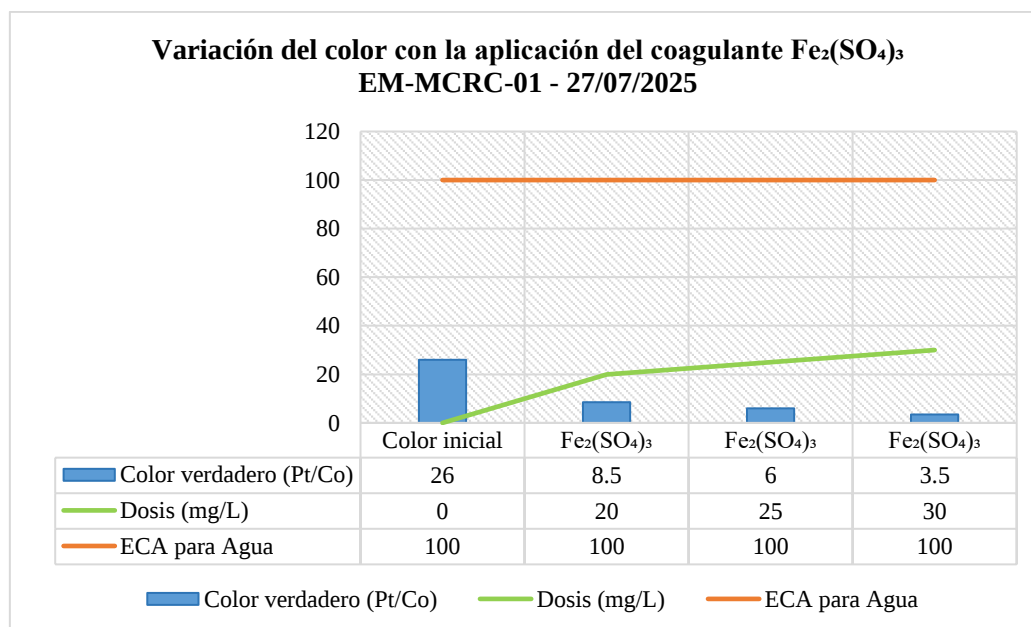
Figura 41: Variación del color aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01

En la figura 41 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 47, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cuidando el gasto económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sería de 20 mg/L, pero si se quiere una remoción más profunda la dosis sería de 25 mg/L para obtener un resultado eficiente.

Tabla 48:*Resultados de variación del color con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
27/07/2025	Color inicial	0	26	100	Cumple	0.00
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	8.5	100	Cumple	67.31
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	6	100	Cumple	76.92
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	3.5	100	Cumple	86.54

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de hierro. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cuidando el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 67.31% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 76.92%, obteniendo así un resultado más favorable.

**Figura 42:** Variación del color aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01

En la figura 42 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 48, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se

incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cuidando el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 67.31% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 76.92%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 49:

Resultados de variación del color con FeCl_3 en el EM-MCRC-01

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
27/07/2025	Color inicial	0	26	100	Cumple	0.00
27/07/2025	FeCl_3	20	7.5	100	Cumple	71.15
27/07/2025	FeCl_3	25	5	100	Cumple	80.77
27/07/2025	FeCl_3	30	2.5	100	Cumple	90.38

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl_3), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de hierro. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de FeCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 71.15% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 80.77%, obteniendo así un resultado más favorable.

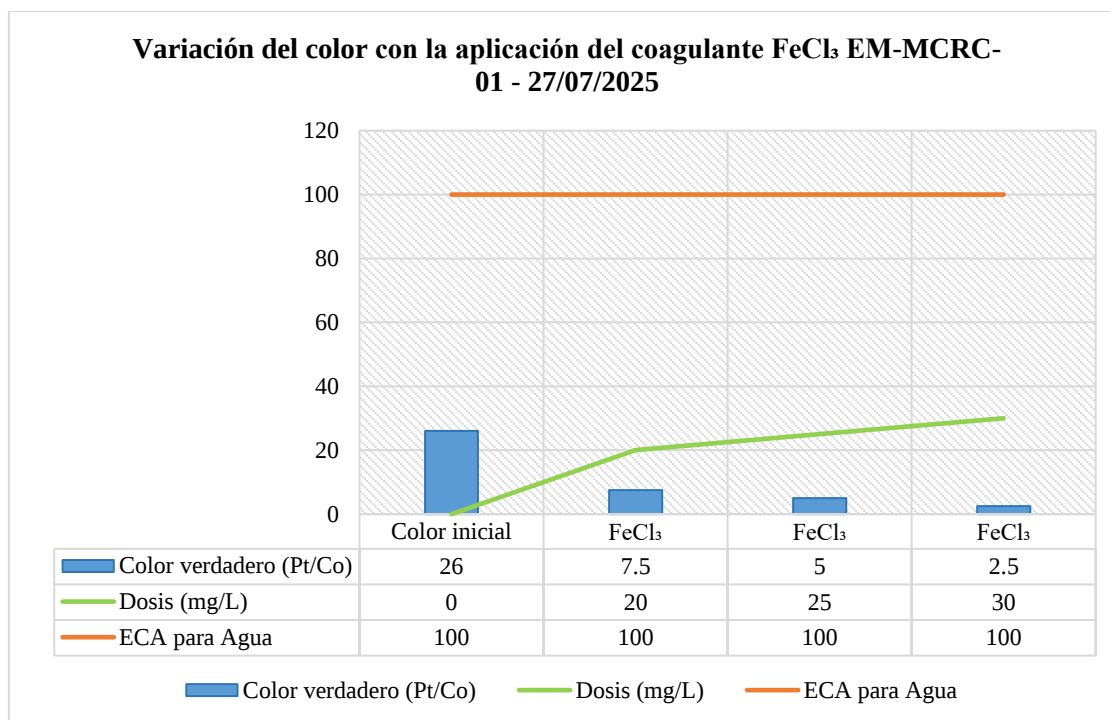


Figura 43: Variación del color aplicando el FeCl₃ en el EM-MCRC-01

En la figura 43 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 49, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de FeCl₃ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 71.15% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 80.77%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 50:

Resultados de variación del color con AlCl₃ en el EM-MCRC-01

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
27/07/2025	Color inicial	0	26	100	Cumple	0.00
27/07/2025	AlCl ₃	20	11	100	Cumple	57.69
27/07/2025	AlCl ₃	25	7.5	100	Cumple	71.15
27/07/2025	AlCl ₃	30	5	100	Cumple	80.77

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio (AlCl₃), se evidencia una reducción del color a

medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de aluminio. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de AlCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 57.69% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 71.15%, obteniendo así un resultado más favorable.

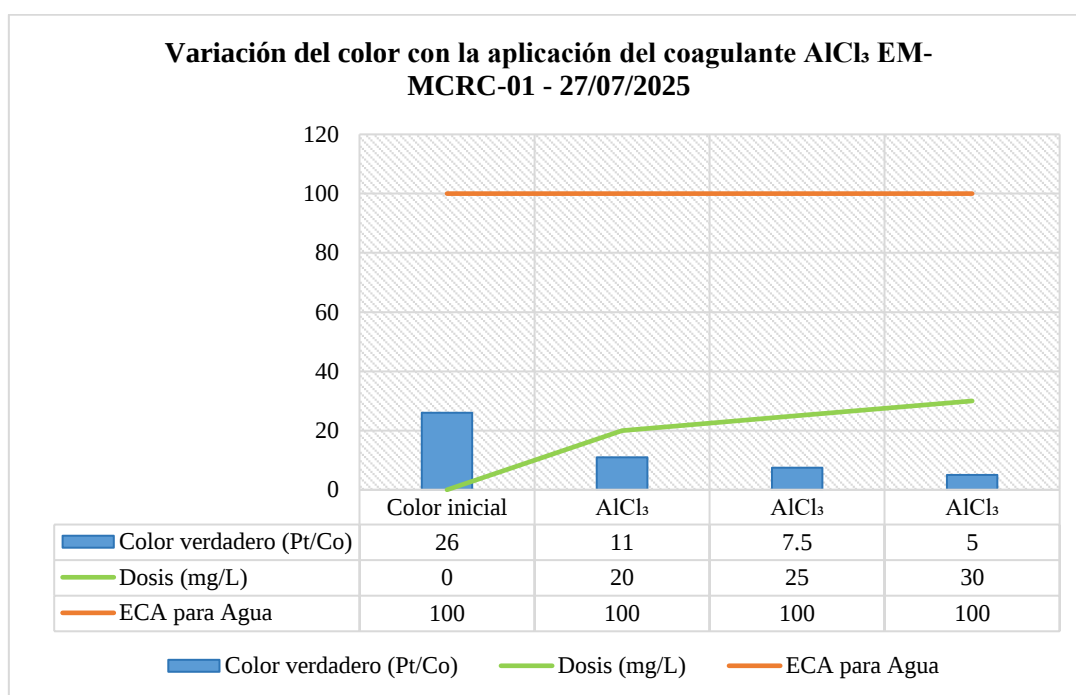


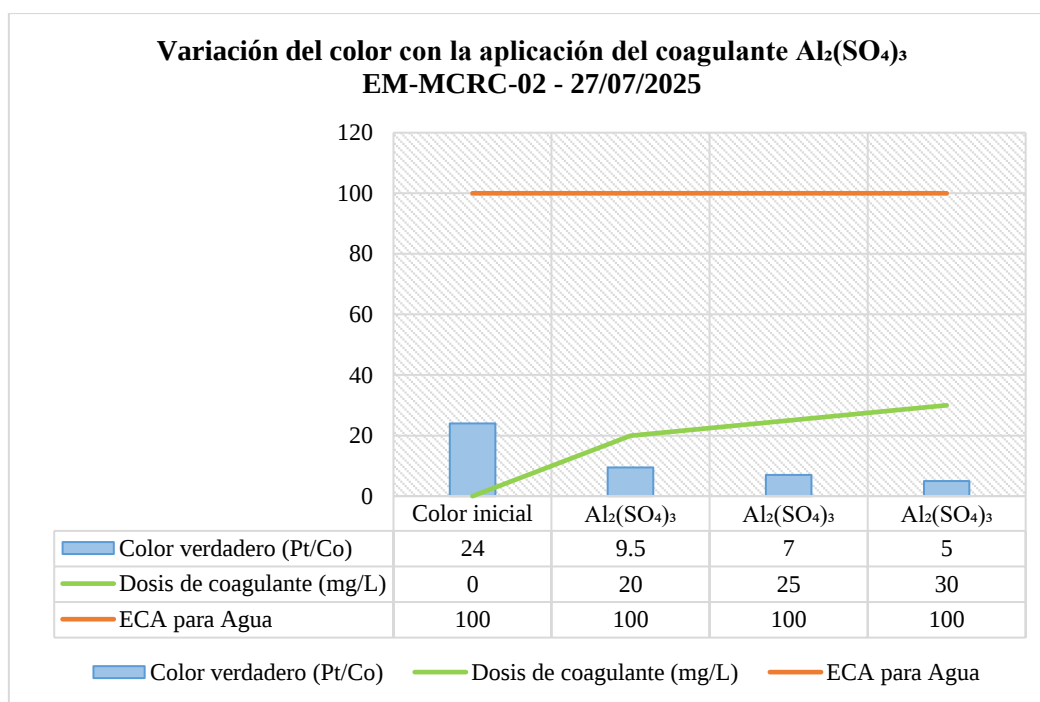
Figura 44: Variación del color aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01

En la figura 44 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 50, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de AlCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 57.69% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 71.15%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 51:*Resultados de variación del color con $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
27/07/2025	Color inicial	0	24	100	Cumple	0.00
27/07/2025	$Al_2(SO_4)_3$	20	9.5	100	Cumple	60.42
27/07/2025	$Al_2(SO_4)_3$	25	7	100	Cumple	70.83
27/07/2025	$Al_2(SO_4)_3$	30	5	100	Cumple	79.17

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de aluminio y flóculos. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $AlCl_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 60.42% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 70.83%, obteniendo así un resultado más favorable.

**Figura 45:** Variación del color aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02

En la figura 41 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 51, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de AlCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 60.42% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 70.83%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 52:

Resultados de variación del color con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
27/07/2025	Color inicial	0	24	100	Cumple	0.00
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	8	100	Cumple	66.67
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	6.5	100	Cumple	72.92
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	3	100	Cumple	87.50

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de hierro. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cuidando el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 66.67% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 72.92%, obteniendo así un resultado más favorable.

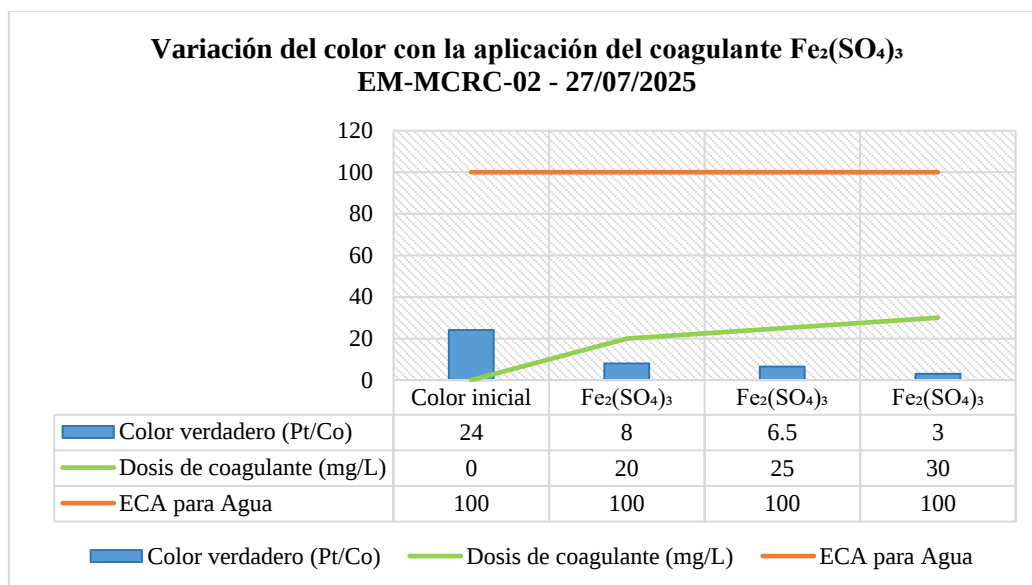


Figura 46: Variación del color aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02

En la figura 46 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 52, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cuidando el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 66.67% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 72.92%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 53:

Resultados de variación del color con FeCl_3 en el EM-MCRC-02

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
27/07/2025	Color inicial	0	24	100	Cumple	0.00
27/07/2025	FeCl_3	20	6	100	Cumple	75.00
27/07/2025	FeCl_3	25	4.5	100	Cumple	81.25
27/07/2025	FeCl_3	30	2.5	100	Cumple	89.58

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl_3), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de hierro. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cumplir la

normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de FeCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 75.0% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 81.25%, obteniendo así un resultado más favorable.

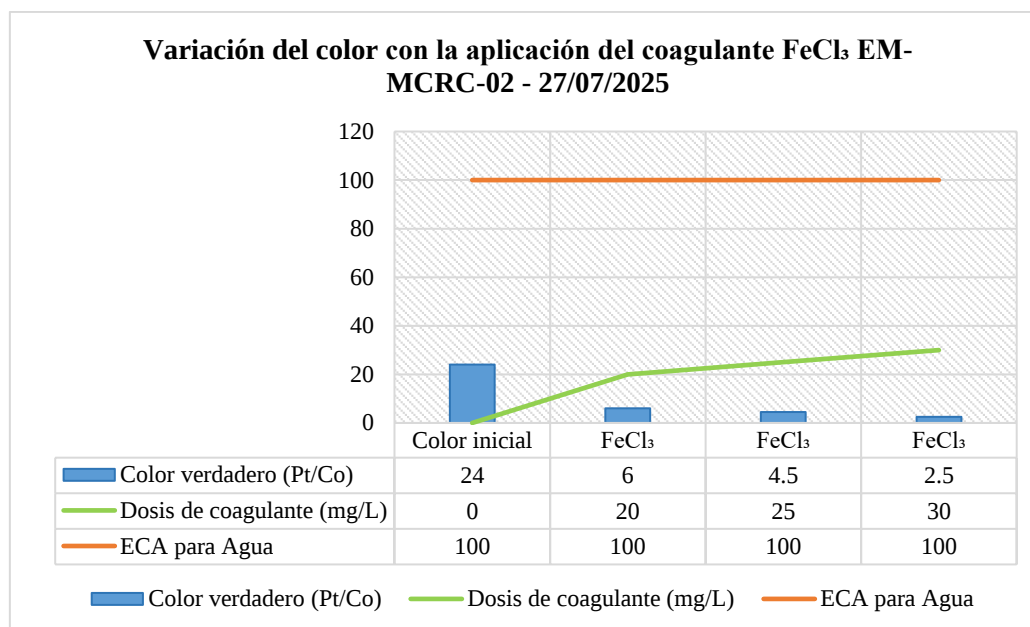


Figura 47: Variación del color aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02

En la figura 47 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 53, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de FeCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 75.0% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 81.25%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 54:

Resultados de variación del color con AlCl_3 en el EM-MCRC-02

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
27/07/2025	Color inicial	0	24	100	Cumple	0.00
27/07/2025	AlCl_3	20	11	100	Cumple	54.17
27/07/2025	AlCl_3	25	8	100	Cumple	66.67
27/07/2025	AlCl_3	30	3.5	100	Cumple	85.42

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio (AlCl_3), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de aluminio. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de AlCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 54.17% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 66.67%, obteniendo así un resultado más favorable.

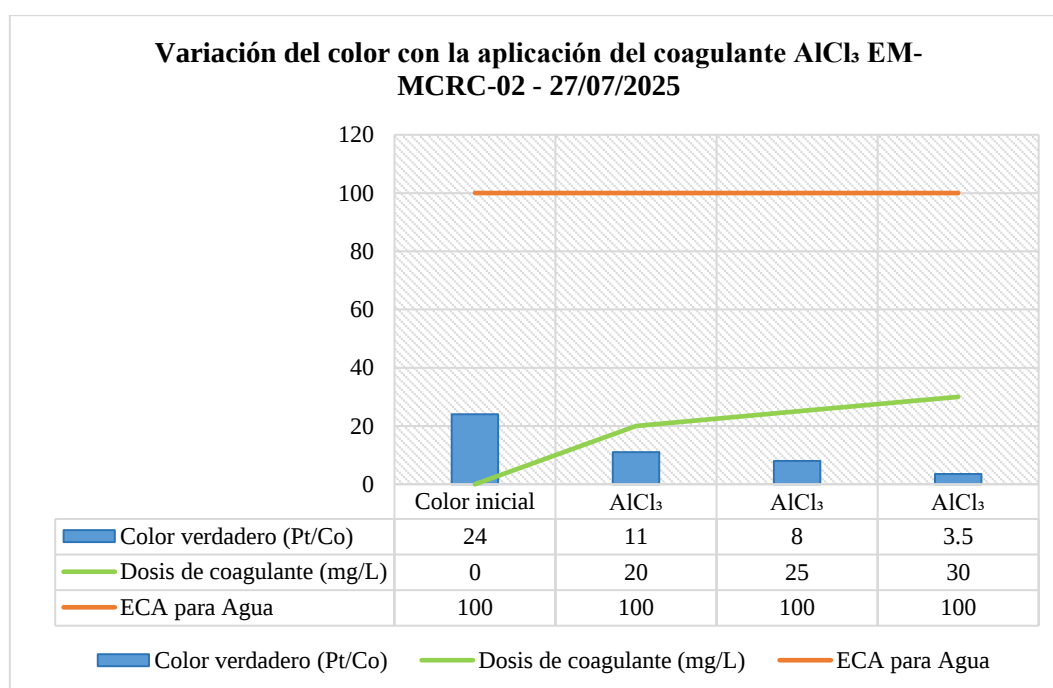


Figura 48: Variación del color aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02

En la figura 48 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 54, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de AlCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 54.17% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 66.67%, obteniendo así un resultado más favorable.

Resultados de variación del color de agua aplicando coagulantes el 23/08/2025

Tabla 55:

Resultados de variación del color con $Al_2(SO_4)_3$ en EM-MCRC-01 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
23/08/2025	Color inicial	0	22	100	Cumple	0.00
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	20	10	100	Cumple	54.55
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	25	7.5	100	Cumple	65.91
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	30	5	100	Cumple	77.27

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de aluminio y flóculos. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cuidando el gasto económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $Al_2(SO_4)_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 54.55% del color, pero si se quiere una remoción más profunda la dosis sería de 25 mg/L ya que tiene una eficiencia de remoción del 65.91%.

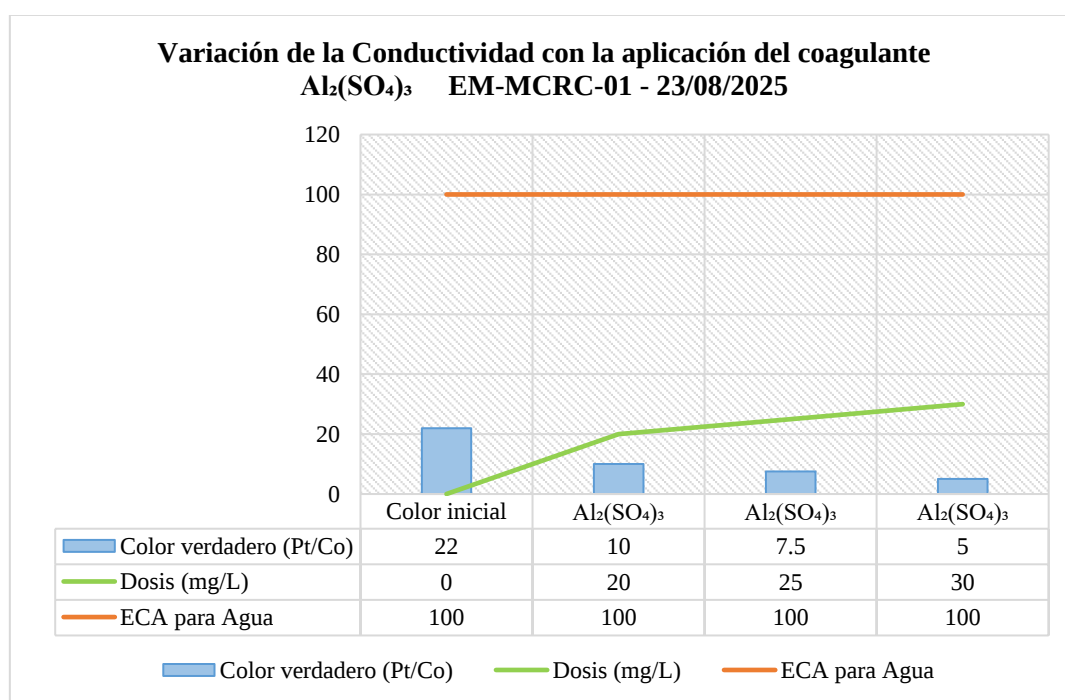


Figura 49: Variación del color con $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08

En la figura 49 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 55, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cuidando el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 54.55% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 65.91%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 56:

Resultados de variación del color con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
23/08/2025	Color inicial	0	22	100	Cumple	0.00
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	6	100	Cumple	72.73
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	4.5	100	Cumple	79.55
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	2.5	100	Cumple	88.64

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de hierro. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cuidando el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 72.73% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 79.55%, obteniendo así un resultado más favorable.

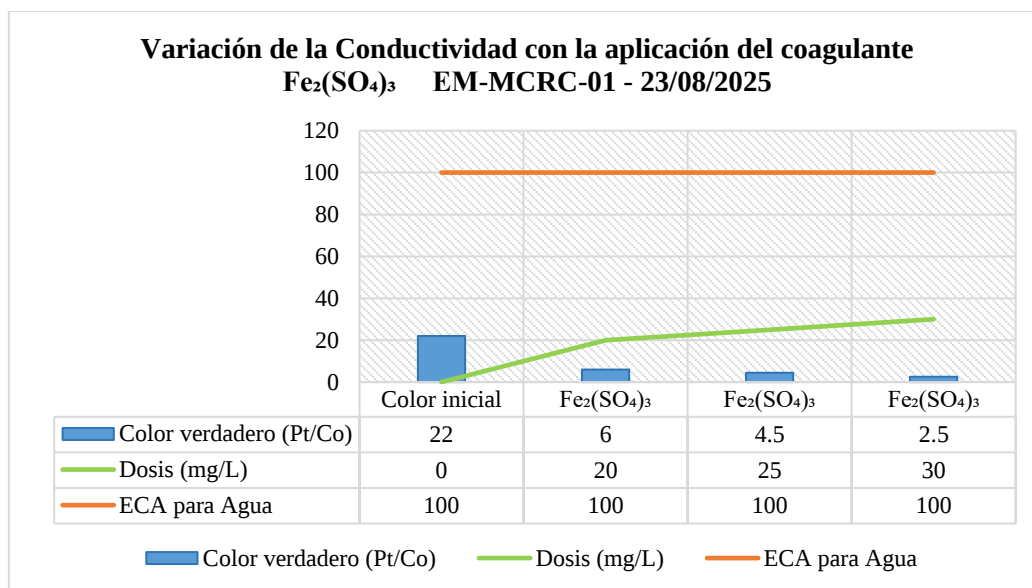


Figura 50: Variación del color con Fe₂(SO₄)₃ en el EM-MCRC-01 - 23/08

En la figura 50 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 56, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cuidando el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de Fe₂(SO₄)₃ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 72.73% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 79.55%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 57:

Resultados de variación del color con FeCl₃ en el EM-MCRC-01 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
23/08/2025	Color inicial	0	22	100	Cumple	0.00
23/08/2025	FeCl ₃	20	5.5	100	Cumple	75.00
23/08/2025	FeCl ₃	25	4	100	Cumple	81.82
23/08/2025	FeCl ₃	30	2	100	Cumple	90.91

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl₃), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de hierro. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cumplir la

normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de FeCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 75.0% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 81.82%, obteniendo así un resultado más favorable.

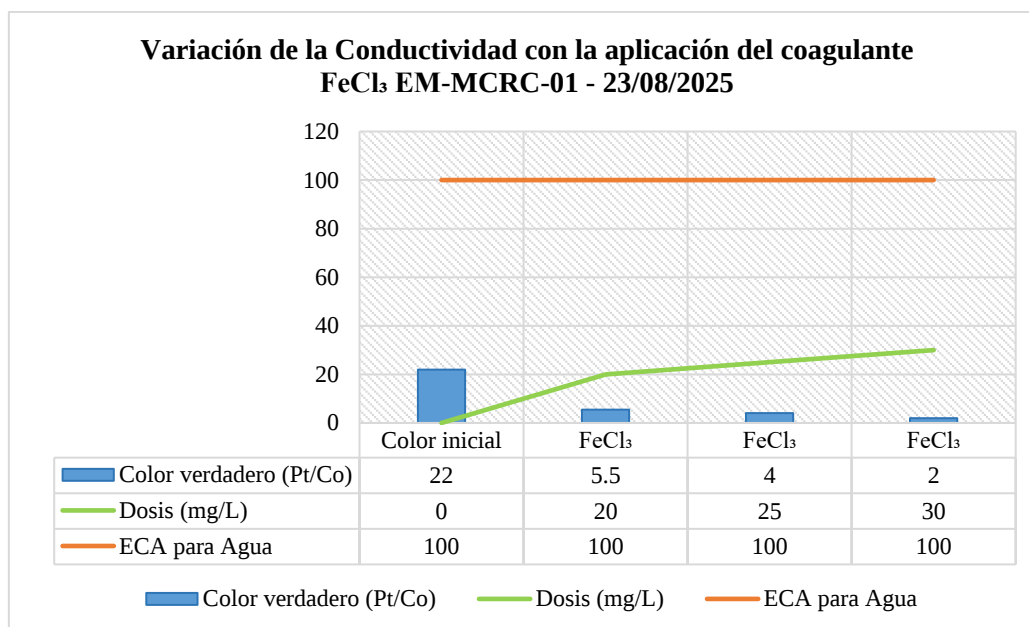


Figura 51: Variación del color aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08

En la figura 51 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 57, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de FeCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 75.0% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 81.82%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 58:

Resultados de variación del color con AlCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
23/08/2025	Color inicial	0	22	100	Cumple	0.00
23/08/2025	AlCl_3	20	9.5	100	Cumple	56.82
23/08/2025	AlCl_3	25	7	100	Cumple	68.18
23/08/2025	AlCl_3	30	3	100	Cumple	86.36

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio (AlCl_3), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de aluminio. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de AlCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 56.82% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 68.18%, obteniendo así un resultado más favorable.

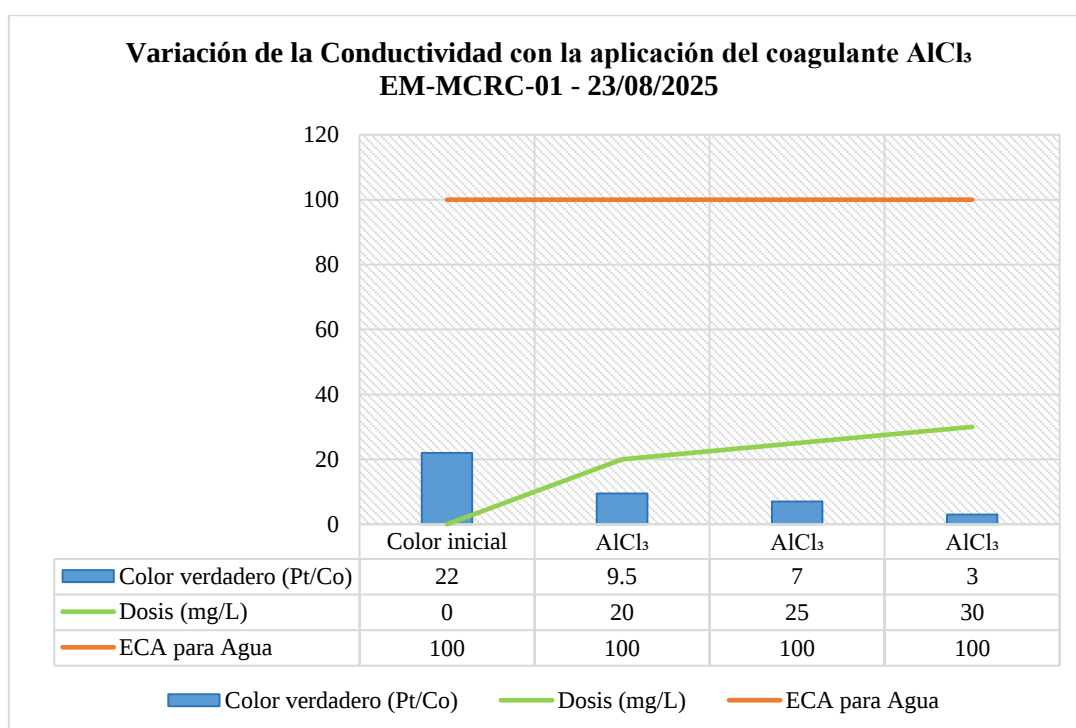


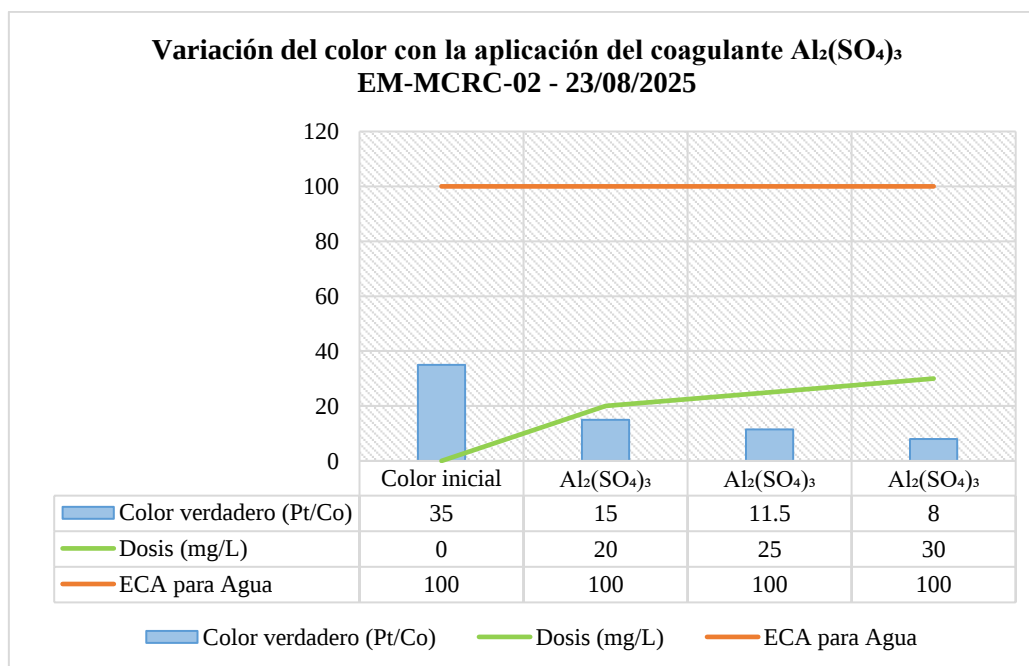
Figura 52: Variación del color con AlCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08

En la figura 52 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 58, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de AlCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 56.82% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 68.18%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 59:*Resultados de variación del color con $Al_2(SO_4)_3$ en EM-MCRC-02 – 23/08*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
23/08/2025	Color inicial	0	35	100	Cumple	0.00
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	20	15	100	Cumple	57.14
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	25	11.5	100	Cumple	67.14
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	30	8	100	Cumple	77.14

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de aluminio y flóculos. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cuidando el gasto económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $Al_2(SO_4)_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 57.14% del color, pero si se quiere una remoción más profunda la dosis sería de 25 mg/L ya que tiene una eficiencia de remoción del 67.14%.

**Figura 53:** Variación del color con $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08

En la figura 53 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 59, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se

incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cuidando el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 57.14% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 67.14%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 60:

Resultados de variación del color con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
23/08/2025	Color inicial	0	35	100	Cumple	0.00
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	12	100	Cumple	65.71
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	8	100	Cumple	77.14
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	6.5	100	Cumple	81.43

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de hierro. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cuidando el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 65.71% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 77.14%, obteniendo así un resultado más favorable.

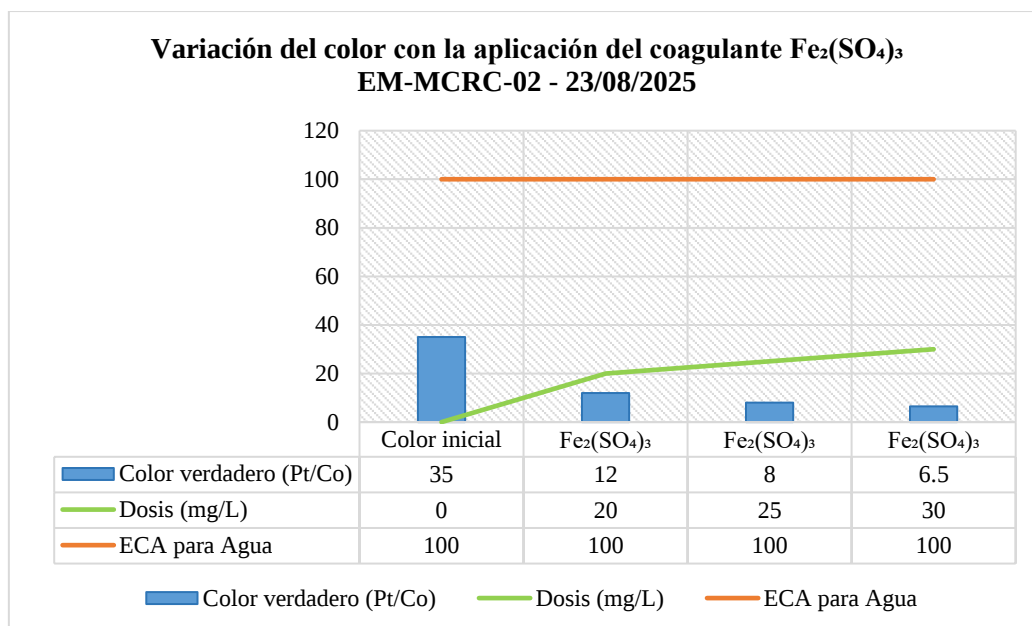


Figura 54: Variación del color con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 - 23/08

En la figura 54 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 60, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cuidando el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ sería de 20 mg/L, ya que remueve el 65.71% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 77.14%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 61:

Resultados de variación del color con FeCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
23/08/2025	Color inicial	0	35	100	Cumple	0.00
23/08/2025	FeCl_3	20	8.5	100	Cumple	75.71
23/08/2025	FeCl_3	25	5.5	100	Cumple	84.29
23/08/2025	FeCl_3	30	2	100	Cumple	94.29

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro férrico (FeCl_3), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de hierro. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría

3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de FeCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 75.71% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 84.29%, obteniendo así un resultado más favorable.

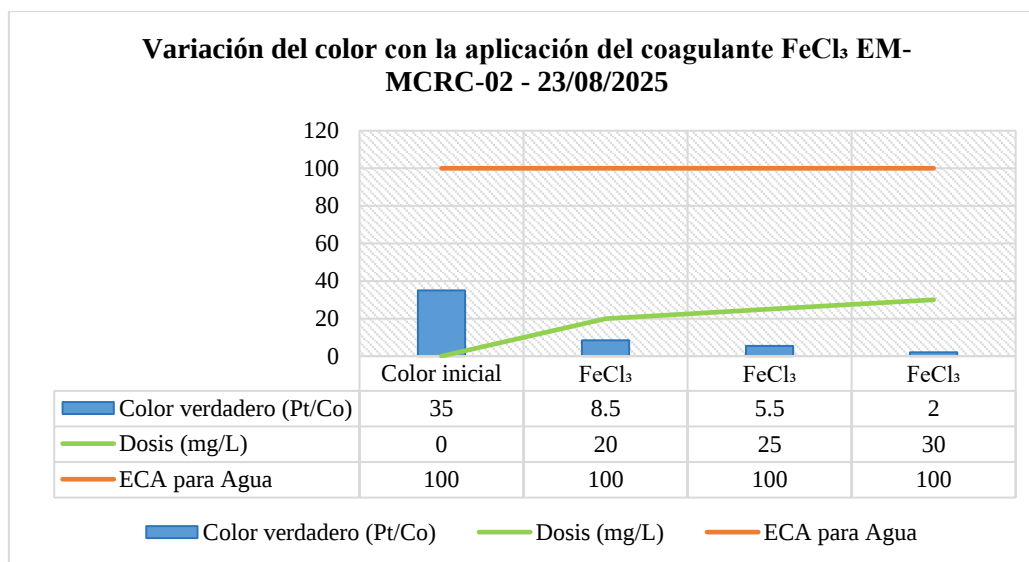


Figura 55: Variación del color aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08

En la figura 55 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 61, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de FeCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 75.71% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 84.29%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 62:

Resultados de variación del color con AlCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color verdadero (Pt/Co)	ECA para Agua	Resultado	Remoción en %
23/08/2025	Color inicial	0	35	100	Cumple	0.00
23/08/2025	AlCl_3	20	8.5	100	Cumple	75.71
23/08/2025	AlCl_3	25	5.5	100	Cumple	84.29
23/08/2025	AlCl_3	30	2	100	Cumple	94.29

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante cloruro de aluminio (AlCl_3), se evidencia una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación, formando hidróxidos de aluminio. Así mismo el color se mantuvo menor a 100 Pt/Co, cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de AlCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 60.00% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 67.14%, obteniendo así un resultado más favorable.

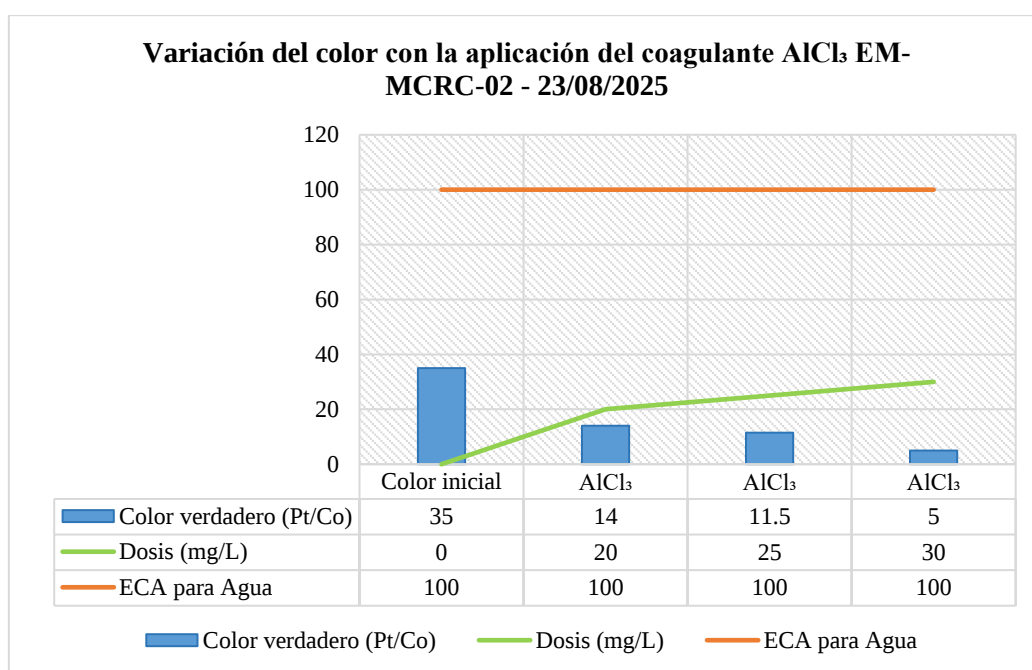


Figura 56: Variación del color con AlCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08

En la figura 56 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 62, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación del coagulante. En ese sentido, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, y una mínima alteración del pH y la conductividad, la dosis indicada de AlCl_3 sería de 20 mg/L, ya que remueve el 60.00% del color; pero si se quiere una remoción más profunda la dosis adecuada sería de 25 mg/L porque remueve hasta 67.14%, obteniendo así un resultado más favorable.

Tabla 63:*Resumen de variación del color con coagulantes - 27/07/2025*

Tipo del coagulante	Dosis (mg/L)	Color en el EM-MCRC-01	Color en el EM-MCRC-02	Color promedio	Remoción en %
Color inicial	0	26	24	25	0.00
Al ₂ (SO ₄) ₃	20	12	9.5	10.75	57.00
Al ₂ (SO ₄) ₃	25	10	7	8.5	66.00
Al ₂ (SO ₄) ₃	30	7	5	6	76.00
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	8.5	8	8.25	67.00
Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	6	6.5	6.25	75.00
Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	3.5	3	3.25	87.00
FeCl ₃	20	7.5	6	6.75	73.00
FeCl ₃	25	5	4.5	4.75	81.00
FeCl ₃	30	2.5	2.5	2.5	90.00
AlCl ₃	20	11	11	11	56.00
AlCl ₃	25	7.5	8	7.75	69.00
AlCl ₃	30	5	3.5	4.25	83.00

Se precisa que para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los estudios realizados el 27/07/2025, el color inicial promedio fue de 25 Pt/Co, y los 4 tipos de coagulante aplicado mostraron que, a mayor dosis, mayor remoción del color del agua del río Huaura. Pues se evidenció una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación. Así mismo el color se mantuvo por debajo a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, una vez analizado los resultados del 27/07, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, la dosis indicada y considerablemente ideal podría ser el Fe₂(SO₄)₃ con una adición de 20 mg/L, ya que remueve hasta 75.00% del color; sin embargo, el más efectivo con la misma dosis de 20 mg/L sería el FeCl₃ porque remueve hasta 81.00% en promedio, obteniendo así un resultado favorable para ambos casos.

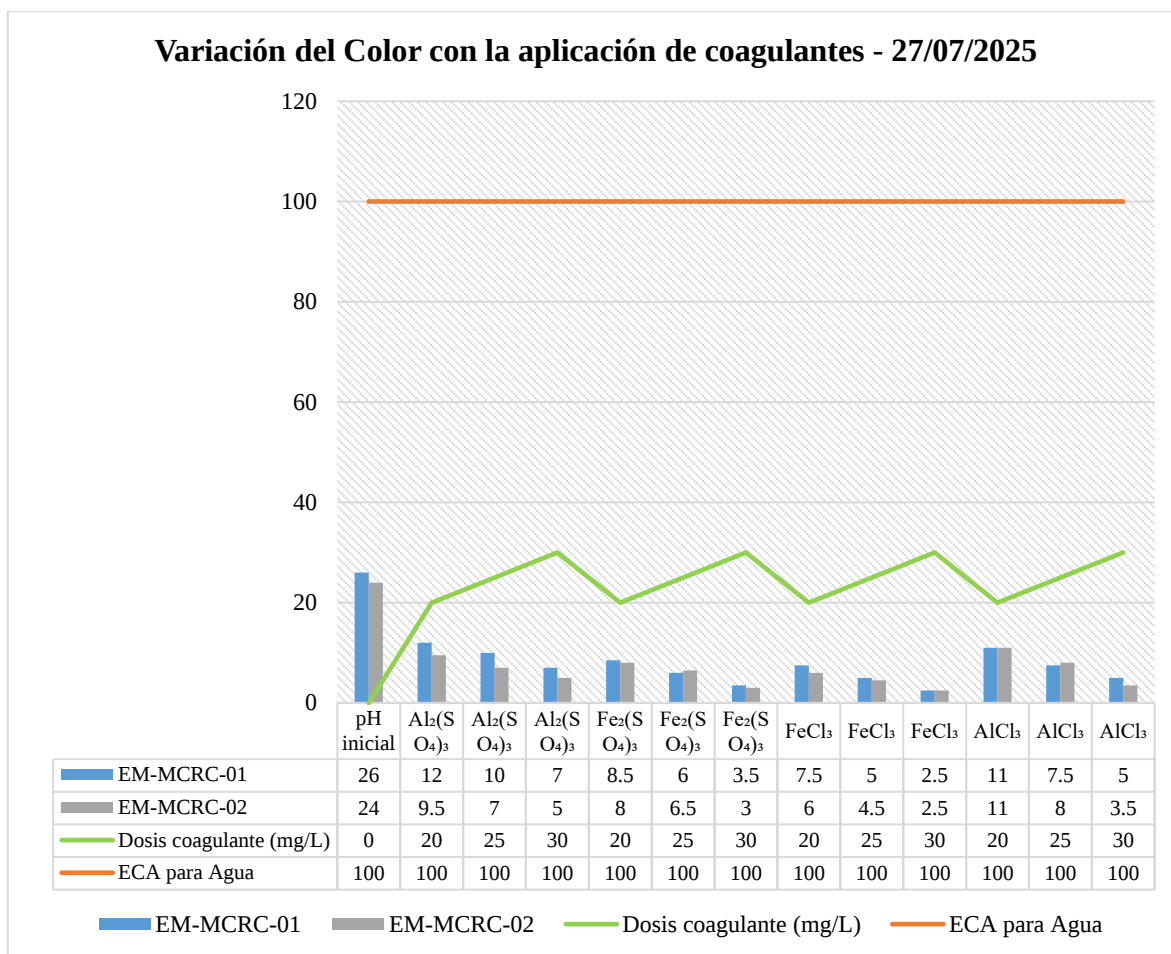


Figura 57: Variación del color con coagulantes – 27/07/2025

En la figura 57 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 63, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación de los coagulantes. Así mismo se evidencia una vez analizado los resultados del 27/07, que si la finalidad es disminuir del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, la dosis indicada y considerablemente ideal podría ser el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ con una adición de 20 mg/L, ya que remueve hasta 75.00% del color; sin embargo, el más efectivo con la misma dosis de 20 mg/L sería el FeCl_3 porque remueve hasta 81.00% en promedio, obteniendo así un resultado favorable para ambos casos.

Tabla 64:*Resumen de variación del color con coagulantes – 23/08/2025*

Tipo del coagulante	Dosis (mg/L)	Color en el EM-MCRC-01	Color en el EM-MCRC-02	Color promedio	Remoción en %
Color inicial	0	22	35	28.5	0.00
Al ₂ (SO ₄) ₃	20	10	15	12.5	56.14
Al ₂ (SO ₄) ₃	25	7.5	11.5	9.5	66.67
Al ₂ (SO ₄) ₃	30	5	8	6.5	77.19
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	6	12	9	68.42
Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	4.5	8	6.25	78.07
Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	2.5	6.5	4.5	84.21
FeCl ₃	20	5.5	8.5	7	75.44
FeCl ₃	25	4	5.5	4.75	83.33
FeCl ₃	30	2	2	2	92.98
AlCl ₃	20	9.5	14	11.75	58.77
AlCl ₃	25	7	11.5	9.25	67.54
AlCl ₃	30	3	5	4	85.96

Se precisa que para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los estudios realizados el 23/08/2025, el color inicial promedio fue de 28.5 Pt/Co, y los 4 tipos de coagulante aplicado mostraron que, a mayor dosis, mayor remoción del color del agua del río Huaura. Pues se evidenció una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación. Así mismo el color se mantuvo por debajo a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, una vez analizado los resultados del 23/08, se encontró una gran similitud con el del 27/07; en tal sentido, si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, la dosis indicada y considerablemente ideal podría ser el Fe₂(SO₄)₃ con una adición de 20 mg/L, ya que remueve hasta 78.07% del color; sin embargo, el más efectivo con la misma dosis de 20 mg/L sería el FeCl₃ porque remueve hasta 83.33% en promedio, obteniendo así un resultado favorable para ambos casos.

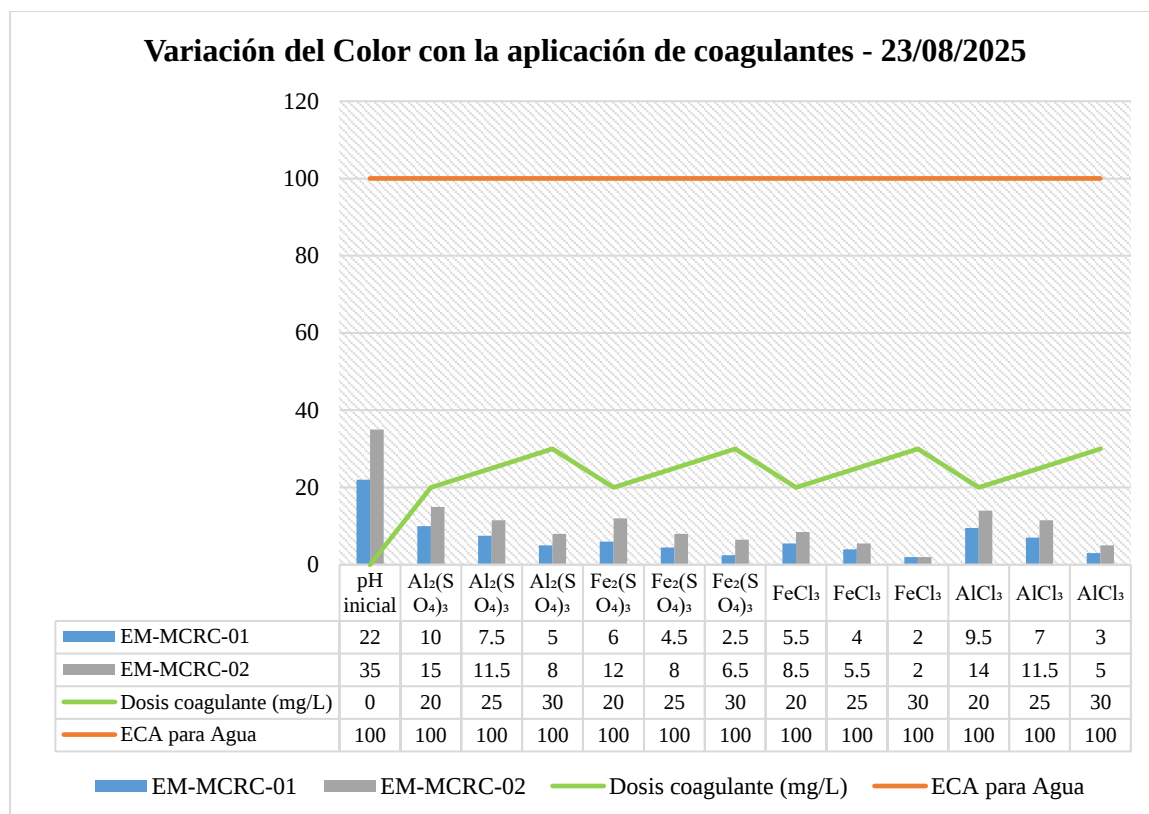


Figura 58: Variación del color con coagulantes – 23/08/2025

En la figura 58 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 64, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación de los coagulantes. Así mismo se evidencia una vez analizado los resultados del 23/08, que si la finalidad es disminuir del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, la dosis indicada y considerablemente ideal podría ser el Fe₂(SO₄)₃ con una adición de 20 mg/L, ya que remueve hasta 78.07% del color; sin embargo, el más efectivo con la misma dosis de 20 mg/L sería el FeCl₃ porque remueve hasta 83.33% en promedio, obteniendo así un resultado favorable para ambos casos.

Tabla 65:*Promedio de variación del color del 27/07/2025 y 23/08/2025*

Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	Color (UCV escala Pt/Co) 27/07/2025		Color (UCV escala Pt/Co) 23/08/2025		Promedio	Remoción %
		EM-MCRC-01	EM-MCRC-02	EM-MCRC-01	EM-MCRC-02		
Color inicial	0	26	24	22	35	26.75	0.00
Al ₂ (SO ₄) ₃	20	12	9.5	10	15	11.625	56.54
Al ₂ (SO ₄) ₃	25	10	7	7.5	11.5	9	66.36
Al ₂ (SO ₄) ₃	30	7	5	5	8	6.25	76.64
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	8.5	8	6	12	8.625	67.76
Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	6	6.5	4.5	8	6.25	76.64
Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	3.5	3	2.5	6.5	3.875	85.51
FeCl ₃	20	7.5	6	5.5	8.5	6.875	74.30
FeCl ₃	25	5	4.5	4	5.5	4.75	82.24
FeCl ₃	30	2.5	2.5	2	2	2.25	91.59
AlCl ₃	20	11	11	9.5	14	11.375	57.48
AlCl ₃	25	7.5	8	7	11.5	8.5	68.22
AlCl ₃	30	5	3.5	3	5	4.125	84.58

Se precisa que para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los estudios realizados el 27/07/2025 y 23/08/2025, el color inicial promedio fue de 26.75 Pt/Co, y los 4 tipos de coagulante aplicado mostraron que, a mayor dosis, mayor remoción del color del agua del río Huaura. Pues se evidenció una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación. Así mismo el color se mantuvo por debajo a 100 Pt/Co, cumplimiento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Finalmente, una vez analizado los resultados del 27/07 y 23/08, se determinó que si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, la dosis indicada y considerablemente ideal podría ser el Fe₂(SO₄)₃ con una adición de 20 mg/L, ya que remueve hasta 76.64% del color; sin embargo, el más efectivo con la misma dosis de 20 mg/L sería el FeCl₃ porque remueve hasta 82.24% en promedio, obteniendo así un resultado favorable para ambos casos.

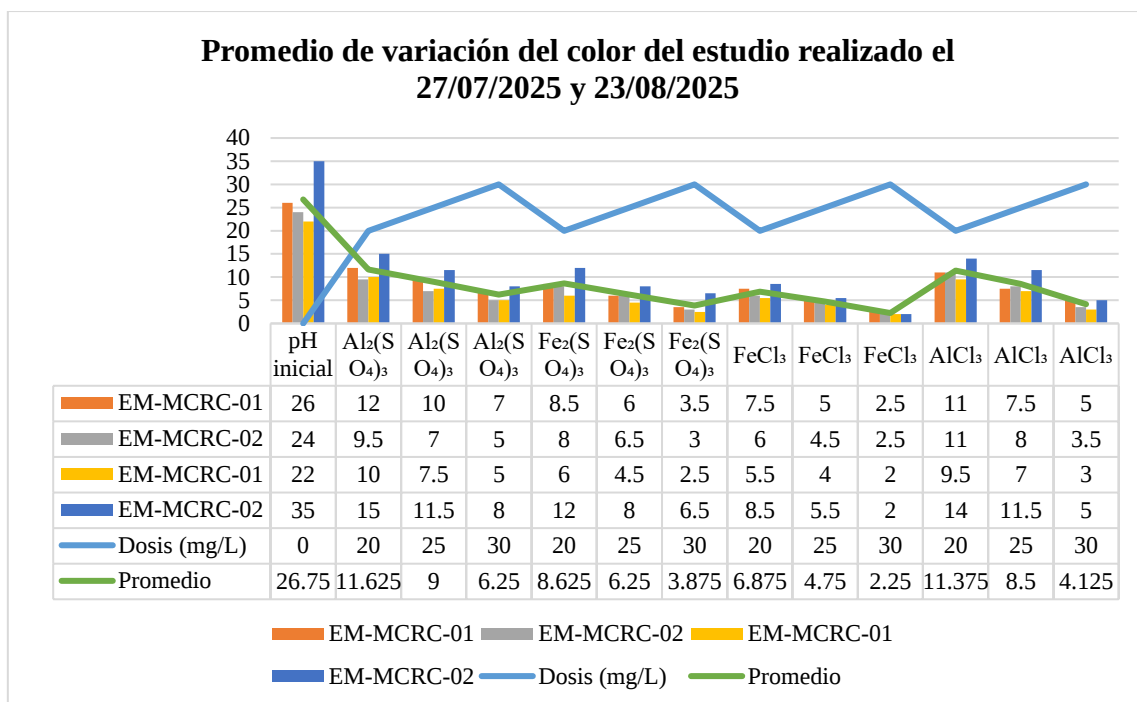


Figura 59: Promedio de variación del color del 27/07/2025 y 23/08/2025

En la figura 59 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 65, manteniendo en todo momento el cumplimiento del ECA para agua y una disminución del color conforme se incrementa la dosificación de los coagulantes. Finalmente, una vez analizado los resultados del 27/07 y 23/08, se determinó que si se busca solo una disminución del color, cumplir la normativa vigente, cuidar el factor económico por la adquisición del coagulante, la dosis indicada y considerablemente ideal podría ser el Fe₂(SO₄)₃ con una adición de 20 mg/L, ya que remueve hasta 76.64% del color; sin embargo, el más efectivo con la misma dosis de 20 mg/L sería el FeCl₃ porque remueve hasta 82.24% en promedio, obteniendo así un resultado favorable para ambos casos.

Resultados de variación de TDS de agua aplicando coagulantes el 27/07/2025

Tabla 66:

Resultados de variación de TDS con Al₂(SO₄)₃ en el EM-MCRC-01

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
27/07/2025	TDS inicial	0	290	1000	Cumple
27/07/2025	Al ₂ (SO ₄) ₃	20	300	1000	Cumple
27/07/2025	Al ₂ (SO ₄) ₃	25	310	1000	Cumple
27/07/2025	Al ₂ (SO ₄) ₃	30	330	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de sulfato y aluminio que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

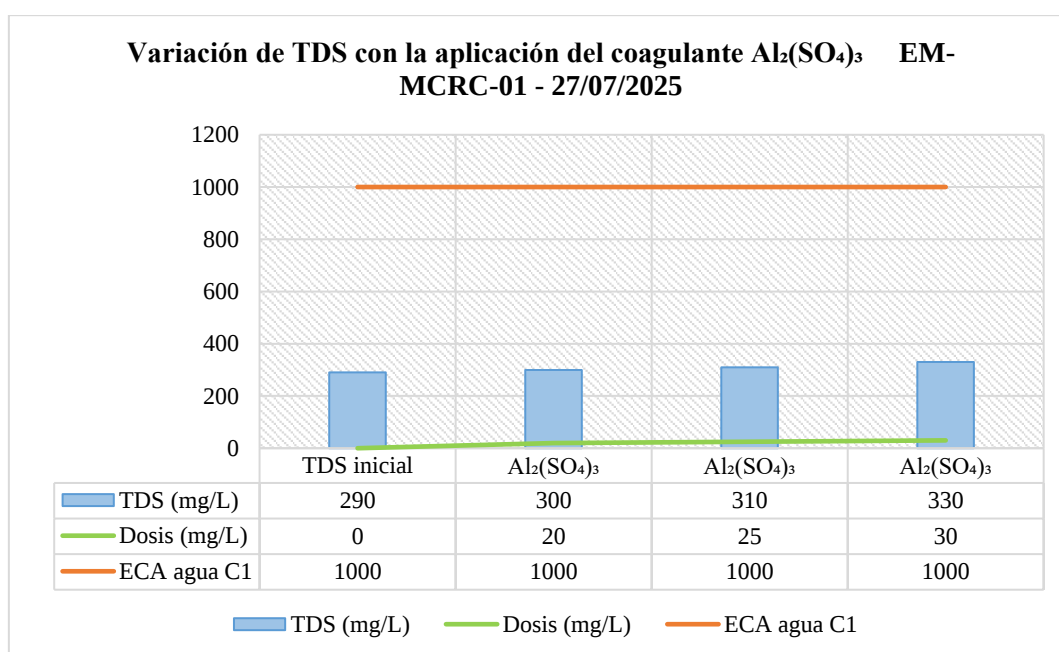


Figura 60: Variación del TDS aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01

En la figura 60 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 66, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 67:

Resultados de variación de TDS con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
27/07/2025	TDS inicial	0	290	1000	Cumple
27/07/2025	Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	300	1000	Cumple
27/07/2025	Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	310	1000	Cumple
27/07/2025	Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	320	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico (Fe₂(SO₄)₃), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe³⁺ y SO₄²⁻ que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el Fe₂(SO₄)₃ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

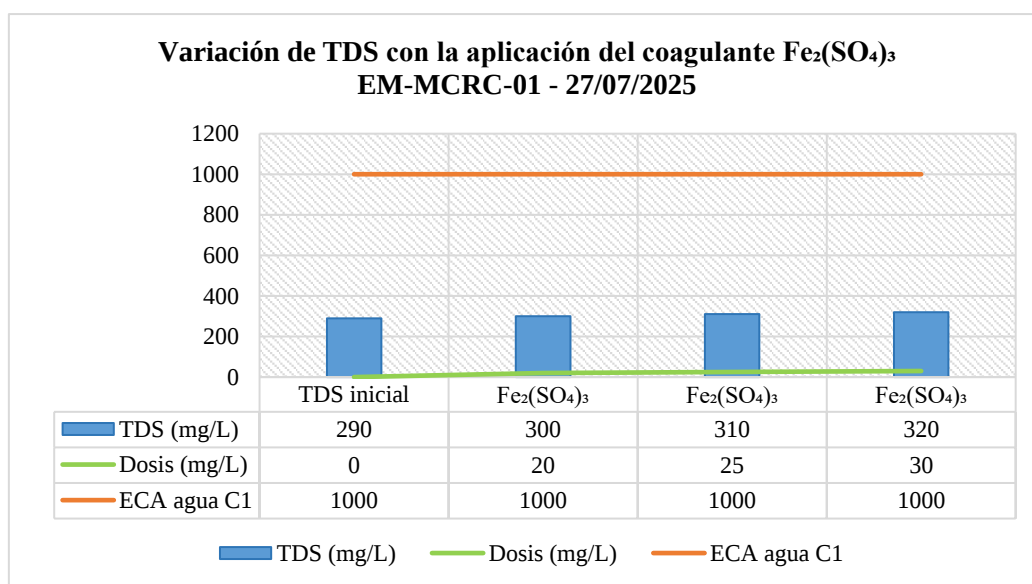


Figura 61: Variación del TDS aplicando el Fe₂(SO₄)₃ en el EM-MCRC-01

En la figura 61 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 67, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando

se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 68:

Resultados de variación de TDS con FeCl_3 en el EM-MCRC-01

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
27/07/2025	TDS inicial	0	290	1000	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	20	300	1000	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	25	310	1000	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	30	310	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante Cloruro férrico (FeCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el FeCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

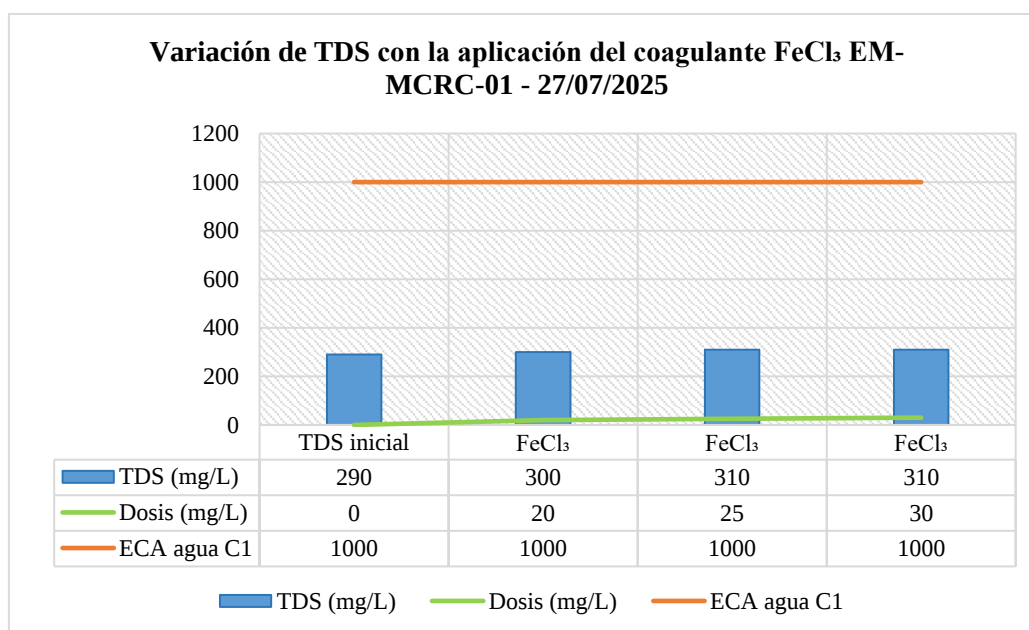


Figura 62: Variación del TDS aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01

En la figura 62 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 68, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el FeCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 69:

Resultados de variación de TDS con AlCl_3 en el EM-MCRC-01

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
27/07/2025	TDS inicial	0	290	1000	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	20	300	1000	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	25	300	1000	Cumple
27/07/2025	AlCl_3	30	310	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante Cloruro de aluminio (AlCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Al^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el AlCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

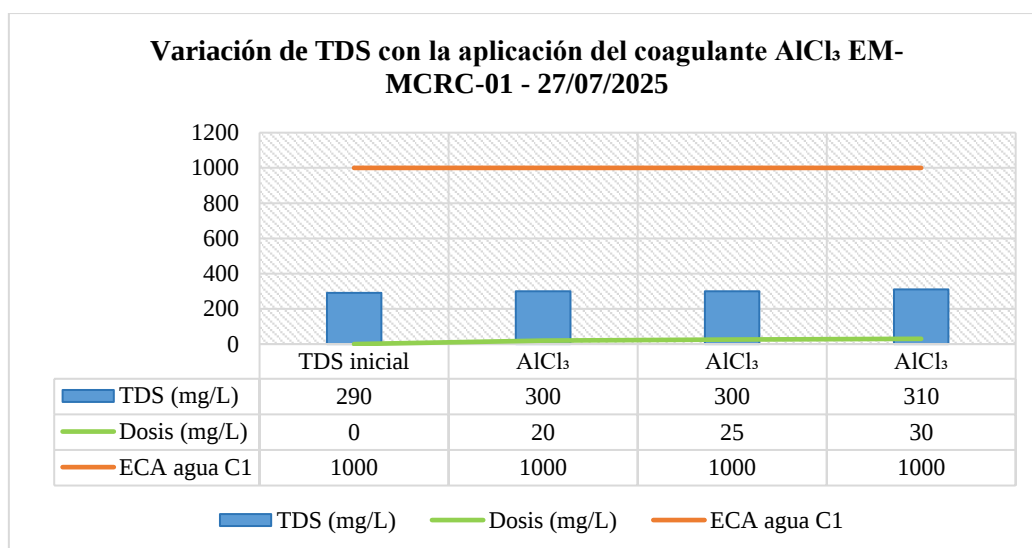


Figura 63: Variación del TDS aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01

En la figura 63 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 69, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el AlCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 70:

Resultados de variación de TDS con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
27/07/2025	TDS inicial	0	320	1000	Cumple
27/07/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	20	330	1000	Cumple
27/07/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	25	350	1000	Cumple
27/07/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	30	360	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de sulfato y aluminio que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas

para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

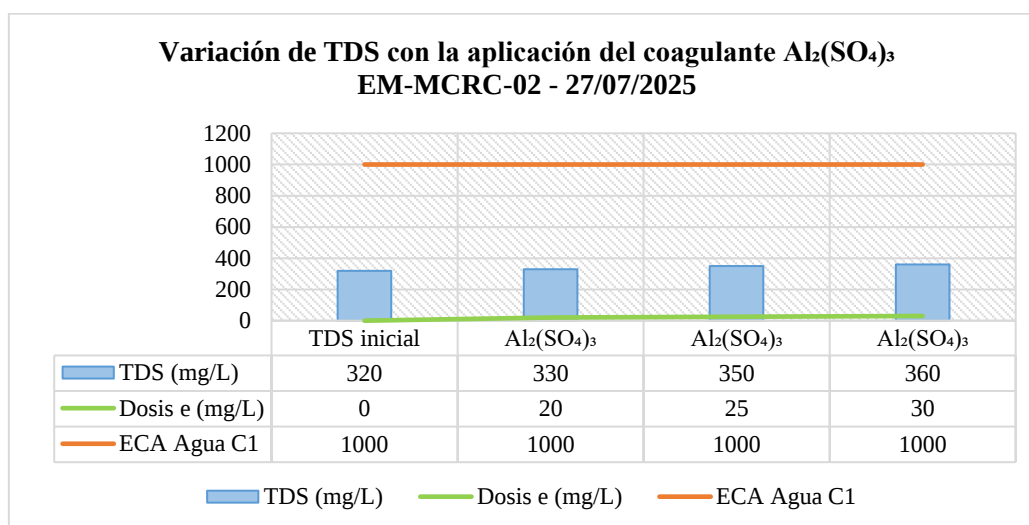


Figura 64: Variación del TDS aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02

En la figura 64 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 70, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 71:

Resultados de variación de TDS con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
27/07/2025	TDS inicial	0	320	1000	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	330	1000	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	330	1000	Cumple
27/07/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	350	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y

SO_4^{2-} que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

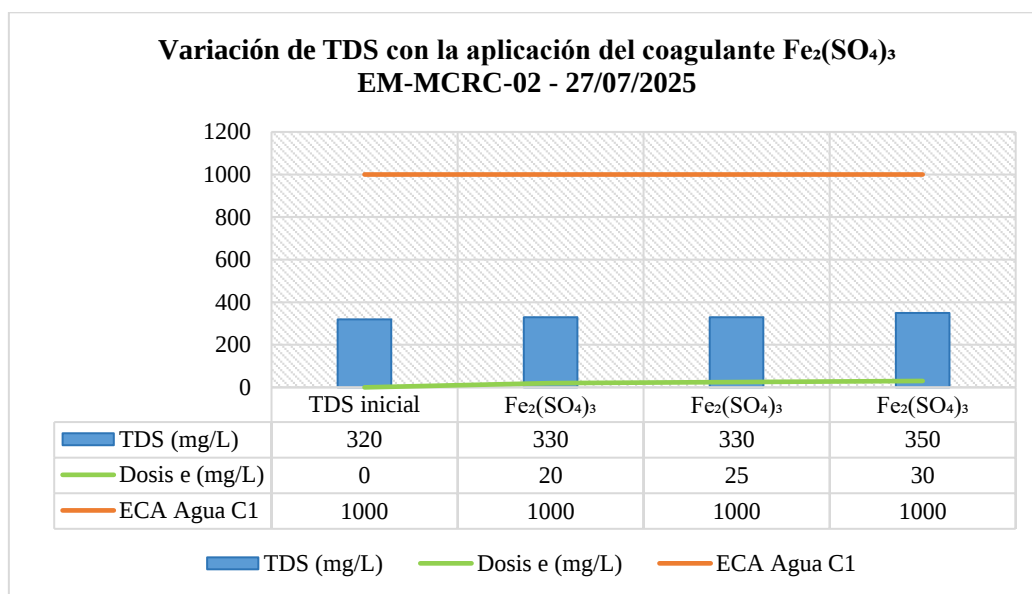


Figura 65: Variación del TDS aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02

En la figura 65 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 71, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 72:

Resultados de variación de TDS con FeCl_3 en el EM-MCRC-02

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
27/07/2025	TDS inicial	0	320	1000	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	20	320	1000	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	25	330	1000	Cumple
27/07/2025	FeCl_3	30	330	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante Cloruro férrico (FeCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el FeCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

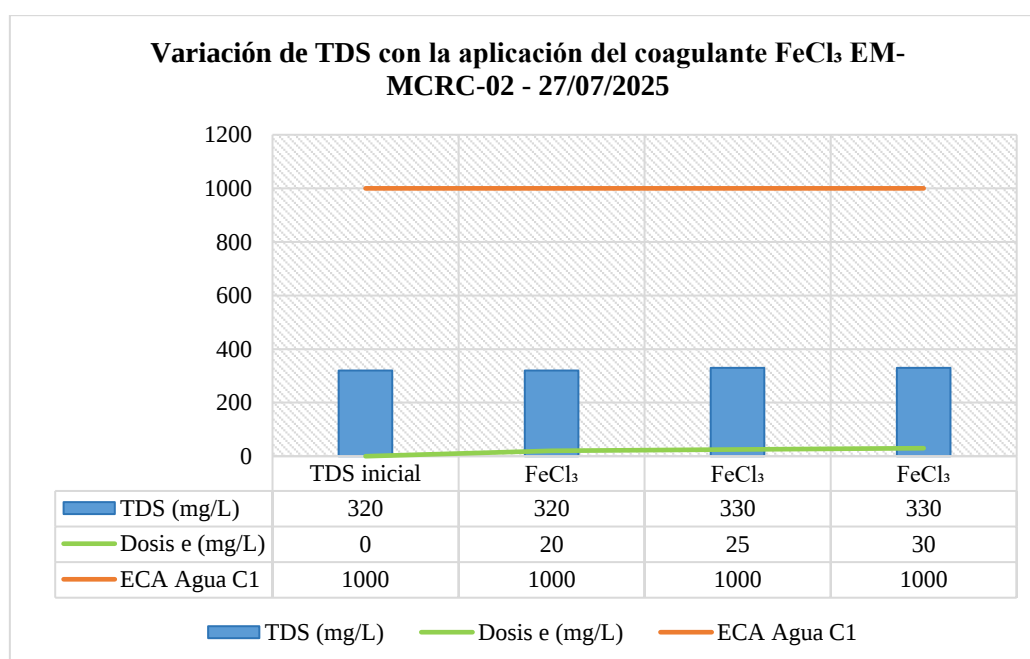


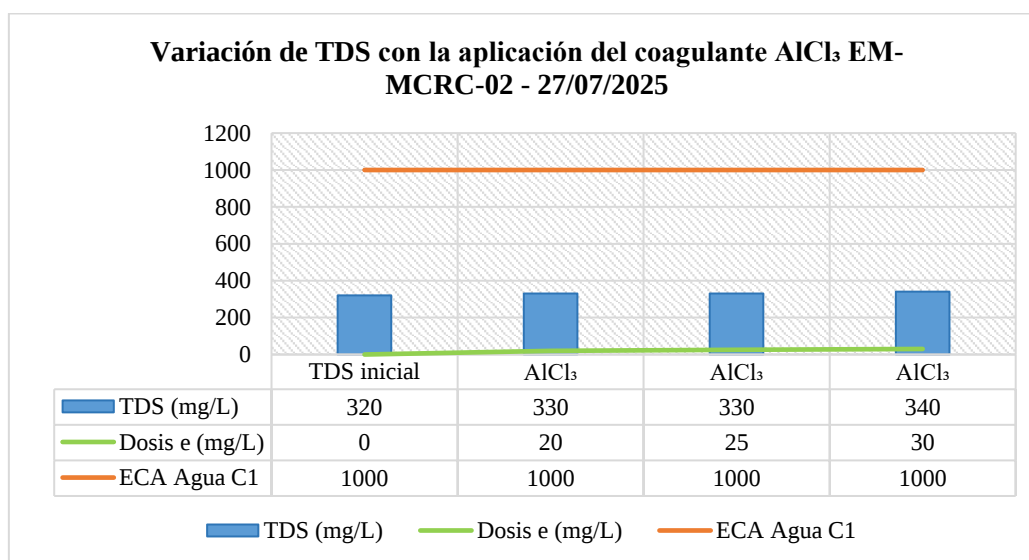
Figura 66: Variación del TDS aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-02

En la figura 66 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 72, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el FeCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 73:*Resultados de variación de TDS con $AlCl_3$ en el EM-MCRC-02*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
27/07/2025	TDS inicial	0	320	1000	Cumple
27/07/2025	$AlCl_3$	20	330	1000	Cumple
27/07/2025	$AlCl_3$	25	330	1000	Cumple
27/07/2025	$AlCl_3$	30	340	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 27/07/2025 aplicando el coagulante Cloruro de aluminio ($AlCl_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Al^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el $AlCl_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

**Figura 67:** Variación del TDS aplicando el $AlCl_3$ en el EM-MCRC-02

En la figura 67 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 73, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una

mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el AlCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Resultados de variación de TDS de agua aplicando coagulantes el 23/08/2025

Tabla 74:

Variación de TDS con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
23/08/2025	TDS inicial	0	280	1000	Cumple
23/08/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	20	300	1000	Cumple
23/08/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	25	310	1000	Cumple
23/08/2025	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	30	330	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de sulfato y aluminio que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

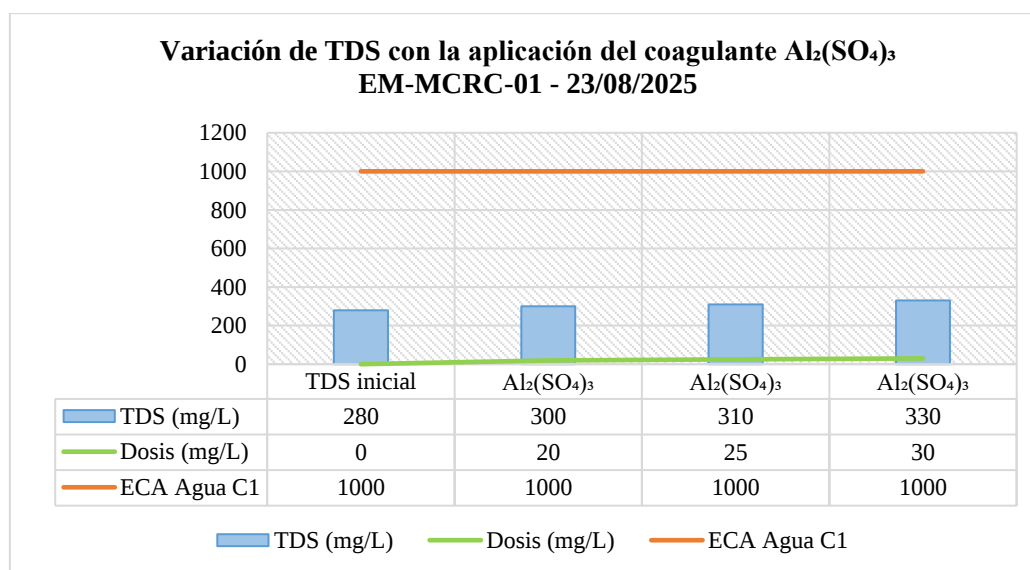


Figura 68: Variación del TDS aplicando el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08

En la figura 68 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 74, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 75:

Variación de TDS con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-01 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
23/08/2025	TDS inicial	0	280	1000	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	290	1000	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	300	1000	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	310	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y SO_4^{2-} que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

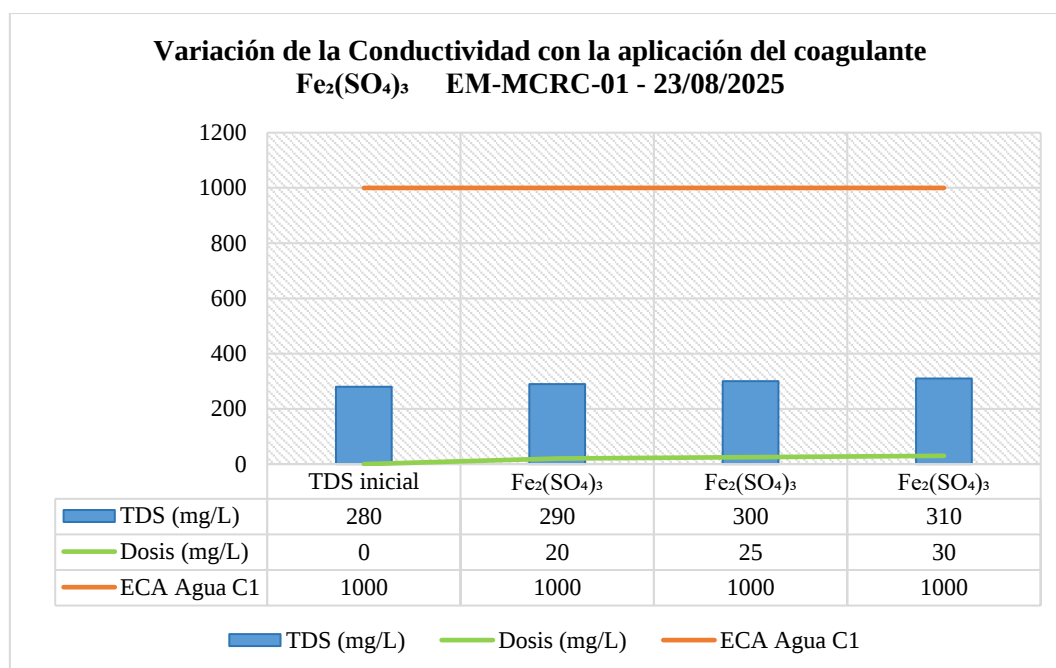


Figura 69: Variación del TDS aplicando el Fe₂(SO₄)₃ en el EM-MCRC-01 – 23/08

En la figura 69 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 75, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el Fe₂(SO₄)₃ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 76:

Variación de TDS con FeCl₃ en el EM-MCRC-01 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
23/08/2025	TDS inicial	0	280	1000	Cumple
23/08/2025	FeCl ₃	20	280	1000	Cumple
23/08/2025	FeCl ₃	25	290	1000	Cumple
23/08/2025	FeCl ₃	30	290	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante Cloruro férrico (FeCl₃), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe³⁺ y Cl⁻ que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA

para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el FeCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

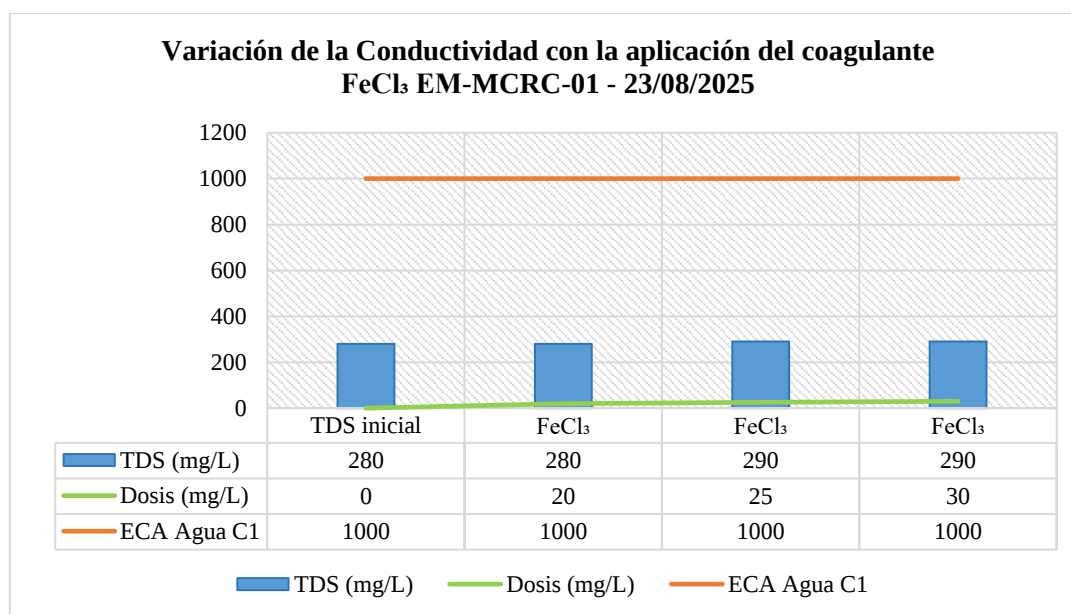


Figura 70: Variación del TDS aplicando el FeCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08

En la figura 70 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 76, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el FeCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 77:

Variación de TDS con AlCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
23/08/2025	TDS inicial	0	280	1000	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	20	290	1000	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	25	300	1000	Cumple
23/08/2025	AlCl_3	30	300	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-01, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante Cloruro de aluminio (AlCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Al^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el AlCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

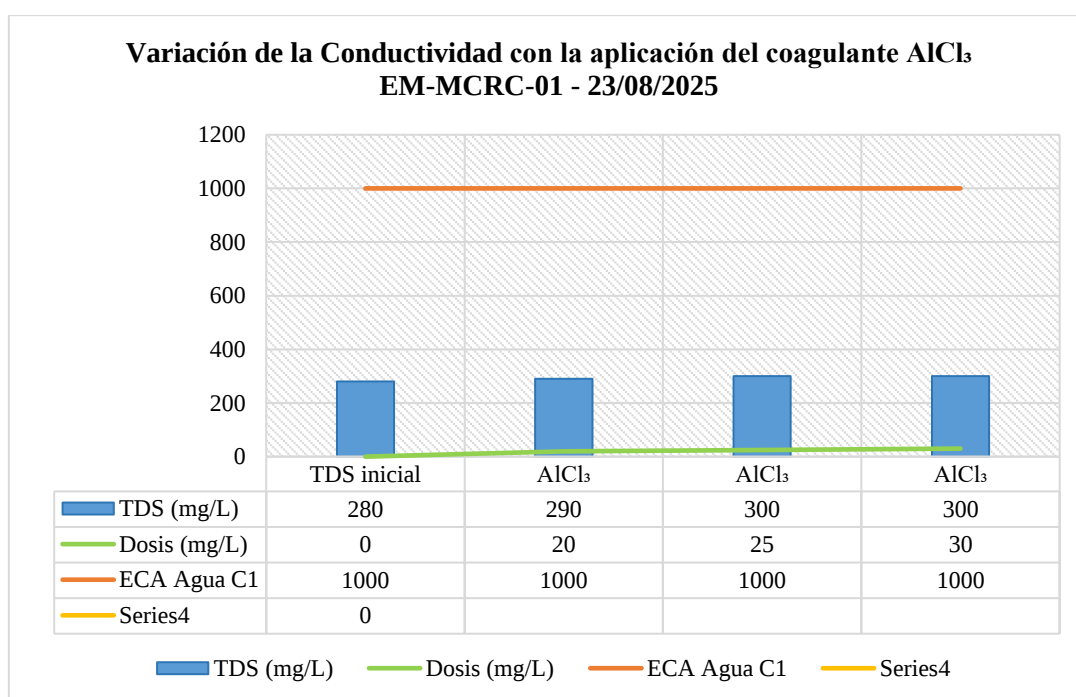


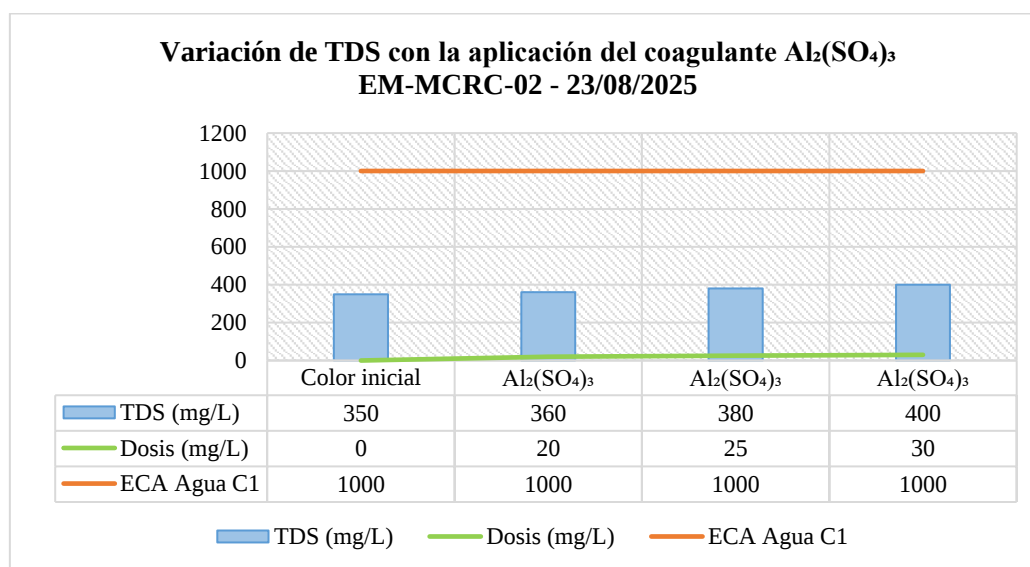
Figura 71: Variación del TDS aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-01 – 23/08

En la figura 71 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 77, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el AlCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 78:*Variación de TDS con $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08*

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
23/08/2025	TDS inicial	0	350	1000	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	20	360	1000	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	25	380	1000	Cumple
23/08/2025	$Al_2(SO_4)_3$	30	400	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de sulfato y aluminio que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $Al_2(SO_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

**Figura 72:** Variación del TDS aplicando el $Al_2(SO_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08

En la figura 72 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 78, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una

mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 79:

Variación de TDS con $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
23/08/2025	TDS inicial	0	350	1000	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	20	360	1000	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	25	370	1000	Cumple
23/08/2025	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	30	390	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y SO_4^{2-} que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

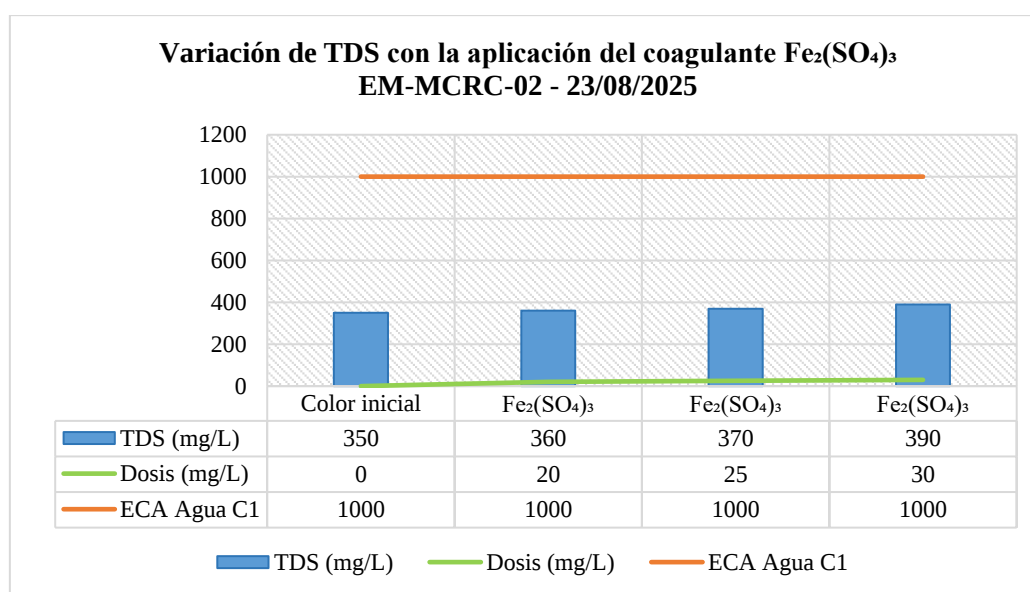


Figura 73: Variación del TDS aplicando el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ en el EM-MCRC-02 – 23/08

En la figura 73 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 79, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 80:

Variación de TDS con FeCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
23/08/2025	TDS inicial	0	350	1000	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	20	350	1000	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	25	360	1000	Cumple
23/08/2025	FeCl_3	30	370	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante Cloruro férrico (FeCl_3), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Fe^{3+} y Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el FeCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

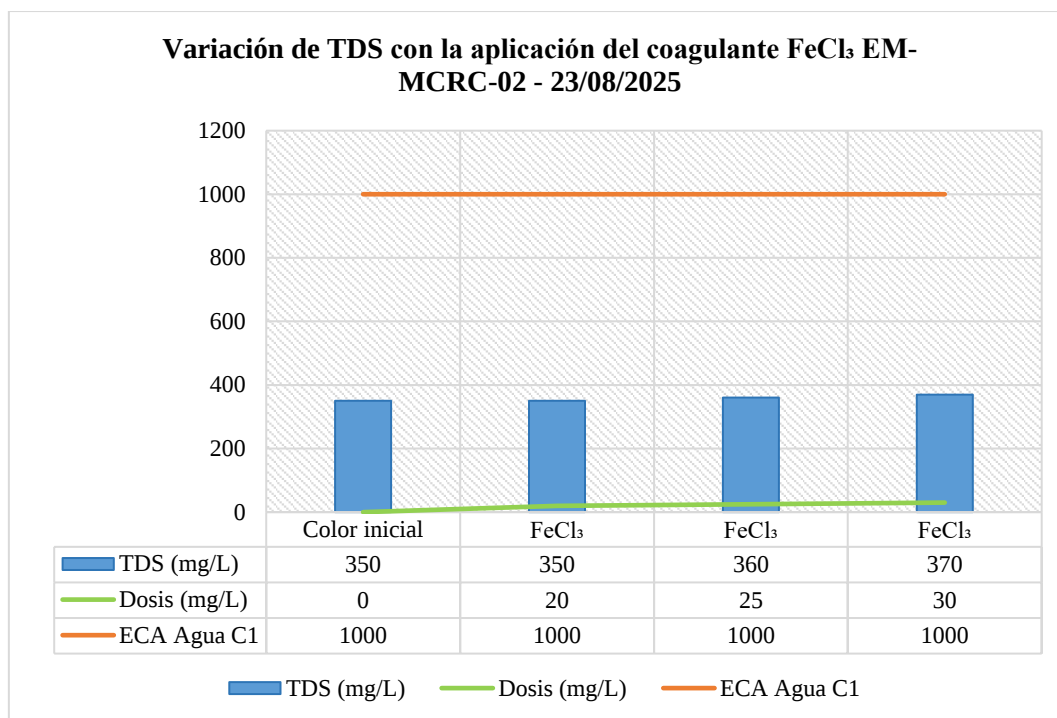


Figura 74: Variación del TDS aplicando el FeCl₃ en el EM-MCRC-02 – 23/08

En la figura 74 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 80, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el FeCl₃ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 81:

Variación de TDS con AlCl₃ en el EM-MCRC-02 – 23/08

Fecha	Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)	ECA para Agua C1	Resultado
23/08/2025	TDS inicial	0	350	1000	Cumple
23/08/2025	AlCl ₃	20	360	1000	Cumple
23/08/2025	AlCl ₃	25	360	1000	Cumple
23/08/2025	AlCl ₃	30	370	1000	Cumple

Los resultados de la muestra del punto de monitoreo EM-MCRC-02, realizado el 23/08/2025 aplicando el coagulante Cloruro de aluminio (AlCl₃), mostró que la adición no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento ligero de los TDS a mayor dosificación del coagulante, dicho aumento se debe a los iones de Al³⁺ y

Cl^- que son liberados en el proceso de coagulación – floculación. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable media cuando se aplicó el AlCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

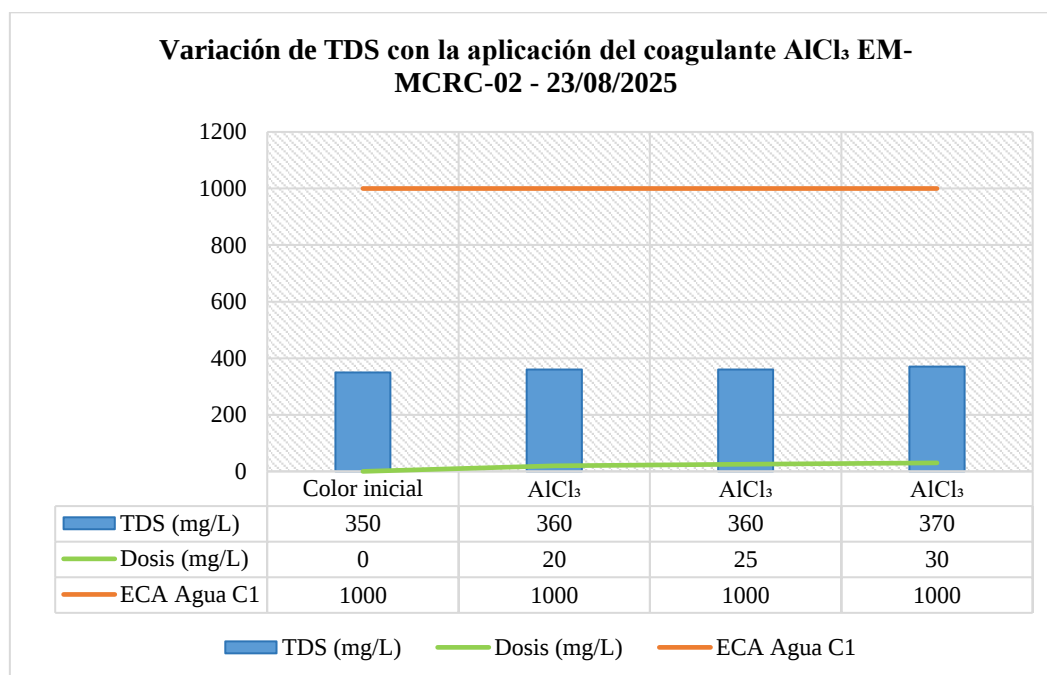


Figura 75: Variación del TDS aplicando el AlCl_3 en el EM-MCRC-02 – 23/08

En la figura 75 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 81, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación. Por lo que se evidenció que los TDS muestra una tendencia estable cuando se aplicó el AlCl_3 de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

Tabla 82:*Resumen de variación de los TDS con coagulantes - 27/07/2025*

Tipo del coagulante	Dosis (mg/L)	TDS en el EM-MCRC-01	TDS en el EM-MCRC-02	TDS promedio
TDS inicial	0	290	320	305
Al ₂ (SO ₄) ₃	20	300	330	315
Al ₂ (SO ₄) ₃	25	310	350	330
Al ₂ (SO ₄) ₃	30	330	360	345
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	300	330	315
Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	310	330	320
Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	320	350	335
FeCl ₃	20	300	320	310
FeCl ₃	25	310	330	320
FeCl ₃	30	310	330	320
AlCl ₃	20	300	330	315
AlCl ₃	25	300	330	315
AlCl ₃	30	310	340	325

Se precisa que para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los estudios realizados el 27/07/2025, los TDS inicial promedio fue de 305 mg/L, y los 4 tipos de coagulante aplicado mostraron que la adición de esta no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento progresivo de los TDS a mayor dosificación del coagulante. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció una vez analizado los coagulantes, que existe una mayor estabilidad de los TDS con una tendencia estable media cuando se aplicó el AlCl₃ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

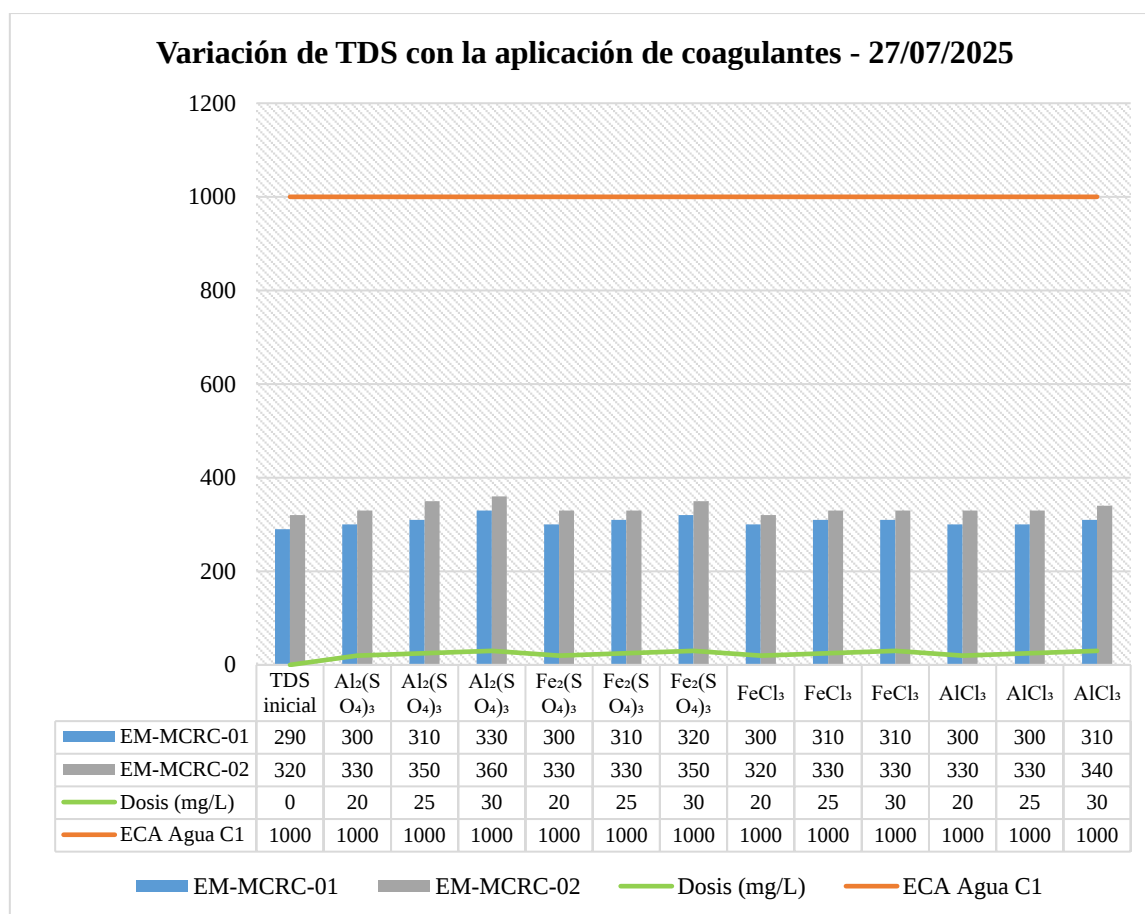


Figura 76: Variación del TDS aplicando coagulantes el 27/07/2025

En la figura 76 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 82, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación de los coagulantes. Sin embargo, el resultado donde mostró mayor estabilidad de los TDS fue cuando se aplicó el AlCl₃ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro, frente a los demás reactivos.

Tabla 83:*Resumen de variación de los TDS con coagulantes – 23/08/2025*

Tipo del coagulante	Dosis (mg/L)	TDS en el EM-MCRC-01	TDS en el EM-MCRC-02	TDS promedio
TDS inicial	0	280	350	315
Al ₂ (SO ₄) ₃	20	300	360	330
Al ₂ (SO ₄) ₃	25	310	380	345
Al ₂ (SO ₄) ₃	30	330	400	365
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	290	360	325
Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	300	370	335
Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	310	390	350
FeCl ₃	20	280	350	315
FeCl ₃	25	290	360	325
FeCl ₃	30	290	370	330
AlCl ₃	20	290	360	325
AlCl ₃	25	300	360	330
AlCl ₃	30	300	370	335

Se precisa que para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los estudios realizados el 23/08/2025, los TDS inicial promedio fue de 315 mg/L, y los 4 tipos de coagulante aplicado mostraron que la adición de esta no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento progresivo de los TDS a mayor dosificación del coagulante. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció una vez analizado los coagulantes, que existe una mayor estabilidad de los TDS con una tendencia estable media cuando se aplicó el FeCl₃ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

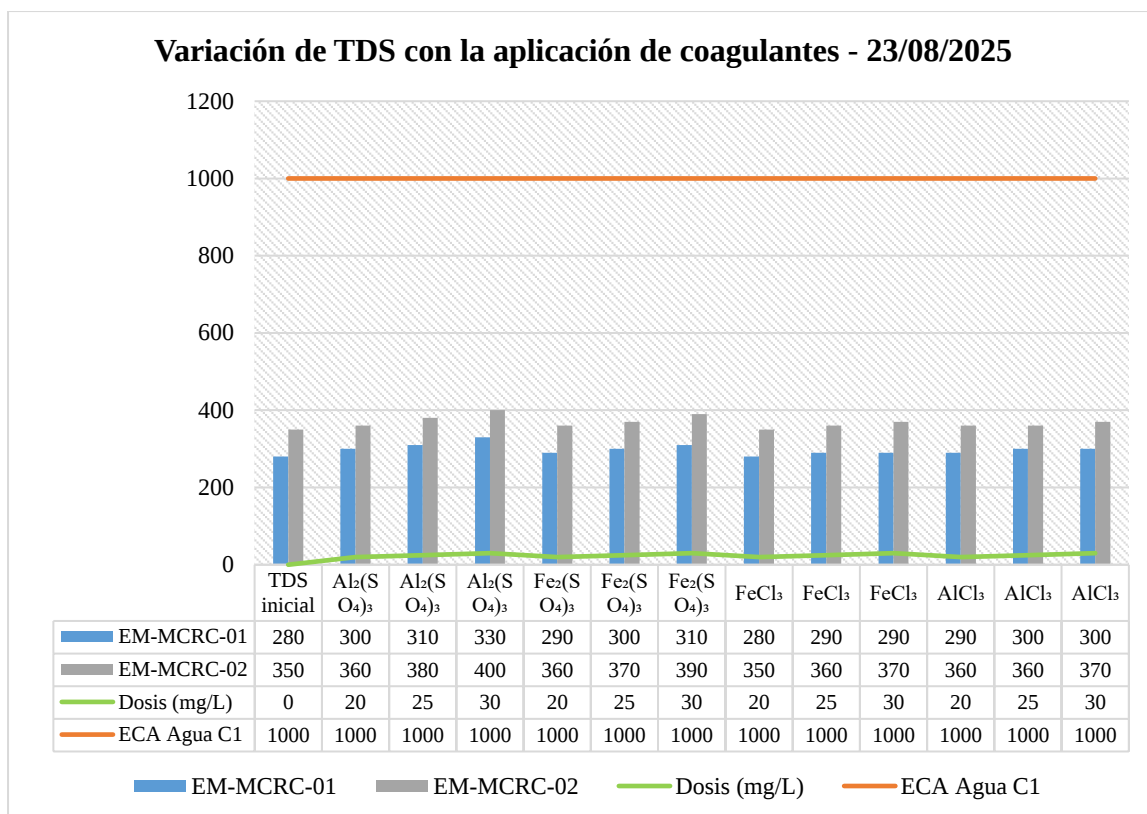


Figura 77: Variación del TDS aplicando coagulantes el 23/08/2025

En la figura 77 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 83, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación de los coagulantes. Sin embargo, el resultado donde mostró mayor estabilidad de los TDS fue cuando se aplicó el FeCl₃ de 25 mg/L, manteniendo un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro, frente a los demás reactivos.

Tabla 84:*Promedio de variación de los TDS del 27/07/2025 y 23/08/2025*

Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	TDS (mg/L)		TDS (mg/L)		Promedio
		27/07/2025		23/08/2025		
		EM-	EM-	EM-	EM-	
		MCRC-	MCRC-	MCRC-	MCRC-	
		01	02	01	02	
TDS inicial	0	290	320	280	350	310
Al ₂ (SO ₄) ₃	20	300	330	300	360	322.5
Al ₂ (SO ₄) ₃	25	310	350	310	380	337.5
Al ₂ (SO ₄) ₃	30	330	360	330	400	355
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	300	330	290	360	320
Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	310	330	300	370	327.5
Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	320	350	310	390	342.5
FeCl ₃	20	300	320	280	350	312.5
FeCl ₃	25	310	330	290	360	322.5
FeCl ₃	30	310	330	290	370	325
AlCl ₃	20	300	330	290	360	320
AlCl ₃	25	300	330	300	360	322.5
AlCl ₃	30	310	340	300	370	330

Se precisa que para ambos puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) los estudios realizados el 27/07/2025 y el 23/08/2025, los TDS inicial promedio fue de 310 mg/L, y los 4 tipos de coagulante aplicado mostraron que la adición de esta no afecta bruscamente a los TDS del agua del río Huaura, sin embargo, evidencia un incremento progresivo de los TDS a mayor dosificación del coagulante. Así mismo, aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Por lo que se evidenció una vez analizado los coagulantes, que existe una mayor estabilidad de los TDS con una tendencia estable media cuando se aplicó el AlCl₃ de 25 mg/L, manteniendo un promedio de 322.5 mg/L de TDS, con un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

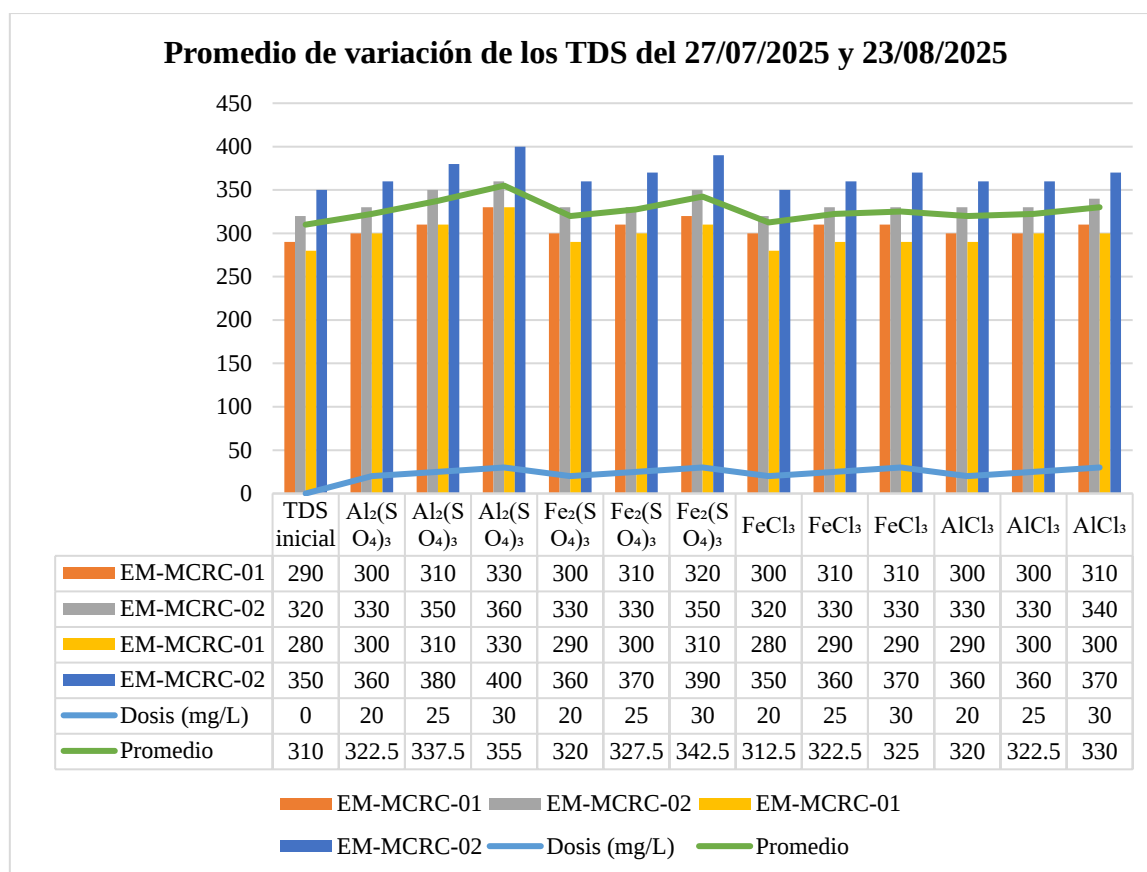


Figura 78: Promedio de variación del TDS del 27/07/2025 y 23/08/2025

En la figura 78 muestra lo descrito en la interpretación de la tabla 84, manteniendo el cumplimiento del ECA para agua (Categoría 1, subcategoría A – A1), con un incremento ligero y estable promedio de los TDS, resultado que puede considerarse favorable y eficiente el proceso de coagulación - floculación, ya que existe un incremento controlado conforme se adiciona una mayor dosificación de los coagulantes. Sin embargo, el resultado donde mostró mayor estabilidad de los TDS cuando analizó y promedió los resultados fue al aplicar AlCl₃ de 25 mg/L, manteniendo un promedio de 322.5 de TDS, por ende, un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro, frente a los demás reactivos.

Tabla 85:*Resumen de resultados obtenidos en campo y laboratorio*

Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	pH				Conductividad (µS/cm)				Sólidos totales disueltos (mg/L)				Color (UCV escala Pt/Co)			
		27/07/25		23/08/25		27/07/25		23/08/25		27/07/25		23/08/25		27/07/25		23/08/25	
		P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Dosis inicial	0	8.1	8.16	8.22	8.26	550	550	560	570	290	320	280	350	26	24	22	35
Al ₂ (SO ₄) ₃	20	7.45	7.64	7.59	7.79	560	560	560	580	300	330	300	360	12	9.5	10	15
Al ₂ (SO ₄) ₃	25	7.44	7.63	7.54	7.71	570	560	570	580	310	350	310	380	10	7	7.5	11.5
Al ₂ (SO ₄) ₃	30	7.37	7.56	7.48	7.65	580	570	570	590	330	360	330	400	7	5	5	8
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20	7.32	7.59	7.41	7.59	550	560	560	580	300	330	290	360	8.5	8	6	12
Fe ₂ (SO ₄) ₃	25	7.29	7.53	7.34	7.55	560	560	580	590	310	330	300	370	6	6.5	4.5	8
Fe ₂ (SO ₄) ₃	30	7.16	7.42	7.28	7.31	560	570	580	590	320	350	310	390	3.5	3	2.5	6.5
FeCl ₃	20	7.38	7.61	7.37	7.58	560	570	570	580	300	320	280	350	7.5	6	5.5	8.5
FeCl ₃	25	7.29	7.52	7.36	7.52	570	580	580	600	310	330	290	360	5	4.5	4	5.5
FeCl ₃	30	7.24	7.47	7.27	7.45	590	580	590	600	310	330	290	370	2.5	2.5	2	2
AlCl ₃	20	7.58	7.74	7.61	7.71	560	570	570	580	300	330	290	360	11	11	9.5	14
AlCl ₃	25	7.56	7.71	7.6	7.69	580	580	570	590	300	330	300	360	7.5	8	7	11.5
AlCl ₃	30	7.53	7.64	7.59	7.67	590	590	590	610	310	340	300	370	5	3.5	3	5

P1 = EM-MCRC-01

P2 = EM-MCRC-02

Tabla 86:*Promedio de resultados obtenidos con aplicación de coagulantes*

Tipo de coagulante	Dosis (mg/L)	pH	Conductividad (μS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	Color (UCV escala Pt/Co)
Dosis inicial	0	8.19	557.5	310	26.75
Sulfato de aluminio	20	7.62	565.0	322.5	11.63
Sulfato de aluminio	25	7.58	570.0	337.5	9
Sulfato de aluminio	30	7.52	577.5	355	6.25
Sulfato férrico	20	7.48	562.5	320	8.63
Sulfato férrico	25	7.43	572.5	327.5	6.25
Sulfato férrico	30	7.29	575.0	342.5	3.88
Cloruro férrico	20	7.49	570.0	312.5	6.88
Cloruro férrico	25	7.42	582.5	322.5	4.75
Cloruro férrico	30	7.36	590.0	325	2.25
cloruro de aluminio	20	7.66	570.0	320	11.38
cloruro de aluminio	25	7.64	580.0	322.5	8.5
cloruro de aluminio	30	7.61	595.0	330	4.13

Al realizar la evaluación del promedio de los parámetros fisicoquímicos de los puntos de monitoreo EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02 en los días 27/07/2025 y 23/08/2025 al aplicar diferentes coagulantes a distintas dosis se pudo determinar que, el cloruro férrico presentó una mayor eficiencia a diferencia de los demás coagulantes, manteniendo la alcalinidad y una reducción leve del pH, un incremento moderado de la conductividad y los sólidos totales disueltos, con una remoción alta del color cuando se aplica una dosis de 25 – 30 mg/L de cloruro férrico. Eficiencia alterna seguida por el sulfato férrico con resultados similares, contrario a lo que ocurre con la aplicación del sulfato de aluminio y cloruro de aluminio, los cuales mostraron una menor eficiencia. Por tanto, para la remoción de contaminantes fisicoquímicos del río Huaura y para mejorar la calidad del agua, el FeCl_3 es el coagulante idóneo para su uso.

4.2 Contratación de hipótesis

- ✓ HA: Existen diferencias significativas entre los métodos de coagulación para la remoción de contaminantes fisicoquímicos en aguas del río Huaura – Huaura.

Para realizar la contratación de esta hipótesis se utilizó el análisis de varianza multivalente (MANOVA), esto debido a que en nuestra investigación (para esta hipótesis) se está analizando múltiples variables dependientes (color, pH, TDS y conductividad) en un mismo tiempo. Por ello se insertó los resultados del promedio obtenido de los 2 puntos de monitoreo y de ambas fechas de monitoreo en el Programa SPSS estudiantil. Obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 87:

Prueba de hipótesis - HG

Pruebas multivariante ^a							
	Efecto	Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Intersección	Traza de Pillai	1,000	144716,875b	4,000	36,000	,000	1,000
	Lambda de Wilks	,000	144716,875b	4,000	36,000	,000	1,000
	Traza de Hotelling	16079,653	144716,875b	4,000	36,000	,000	1,000
	Raíz mayor de Roy	16079,653	144716,875b	4,000	36,000	,000	1,000
Coagulante	Traza de Pillai	1,389	8,188	12,000	114,000	,000	,463
	Lambda de Wilks	,078	12,957	12,000	95,539	,000	,573
	Traza de Hotelling	5,888	17,010	12,000	104,000	,000	,662
	Raíz mayor de Roy	4,584	43,550c	4,000	38,000	,000	,821
Dosis	Traza de Pillai	,904	7,634	8,000	74,000	,000	,452
	Lambda de Wilks	,109	18,251b	8,000	72,000	,000	,670
	Traza de Hotelling	8,045	35,199	8,000	70,000	,000	,801
	Raíz mayor de Roy	8,030	74,279c	4,000	37,000	,000	,889
Coagulante *Dosis	Traza de Pillai	,354	,632	24,000	156,000	,906	,089
	Lambda de Wilks	,672	,639	24,000	126,799	,899	,095
	Traza de Hotelling	,451	,649	24,000	138,000	,892	,101
	Raíz mayor de Roy	,353	2,293c	6,000	39,000	,054	,261

a. Diseño: Intersección + Coagulante + Dosis + Coagulante * Dosis

b. Estadístico exacto

c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.

En la tabla 86 se aprecia el análisis estadístico de la hipótesis general aplicando el análisis MANOVA; y al tratarse de una prueba multivalente realizaremos la interpretación en base a los resultados de Lambda de Wilks para analizar los efectos del coagulante y la dosis aplicada. En ese sentido, de acuerdo a las reglas de contraste de la significancia, el p-valor obtenido es 0,000 y es < 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna; eso quiere decir que “existen diferencias significativas entre los métodos de coagulación para la remoción de contaminantes fisicoquímicos en aguas del río Huaura – Huaura”

- ✓ HE1: Existe diferencias significativas de la eficiencia de los métodos de coagulación para el control de la conductividad en aguas del río Huaura – Huaura.

Para analizar esta hipótesis se ha usado la prueba de ANOVA factorial (método que se adecua a la presente investigación) para comparar más de dos grupos. Por ello se insertó todos los resultados obtenidos de la conductividad (tanto en campo como en laboratorio) de los 2 puntos de monitoreo y de ambas fechas de monitoreo en el Programa SPSS estudiantil. Obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 88:

Pruebas de efectos inter-sujetos de la conductividad

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Conductividad					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	6126,923 ^a	12	510,577	4,401	,000
Intersección	14739084,302	1	14739084,302	127032,992	,000
Coagulante	1308,333	3	436,111	3,759	,018
Dosis	3216,667	2	1608,333	13,862	,000
Coagulante * Dosis	416,667	6	69,444	,599	,730
Error	4525,000	39	116,026		
Total	17145700,000	52			
Total corregido	10651,923	51			

a. R al cuadrado = ,575 (R al cuadrado ajustada = ,444)

En la tabla 87 se visualiza los resultados obtenidos en el SPSS estudiantil con la prueba ANOVA factorial. Como se pretende saber la existencia de la diferencia de los métodos de coagulación para el parámetro Conductividad, nos centramos en la fila de “coagulante” porque responde a la hipótesis planteada; obteniendo un Pvalor de 0.018 que es menor a 0.05 lo que significa que se rechaza la hipótesis específica nula 1 y se acepta la alterna; eso quiere decir que “Existe diferencias significativas de la eficiencia de los métodos de coagulación para el control de la conductividad en aguas del río Huaura – Huaura”.

- ✓ HE2: Existe diferencias significativas de la eficiencia de los métodos de coagulación para el control del Color del agua del río Huaura – Huaura.

Para analizar esta hipótesis se ha usado la prueba de ANOVA factorial (método que se adecua a la presente investigación) para comparar más de dos grupos. Por ello se insertó todos los resultados obtenidos del color (tanto en campo como en laboratorio) de los 2 puntos de monitoreo y de ambas fechas de monitoreo en el Programa SPSS estudiantil. Obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 89:

Pruebas de efectos inter-sujetos del color

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Color					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	1831,106a	12	152,592	28,906	,000
Intersección	5017,680	1	5017,680	950,526	,000
Coagulante	132,375	3	44,125	8,359	,000
Dosis	242,667	2	121,333	22,985	,000
Coagulante *	9,750	6	1,625	,308	,929
Dosis					
Error	205,875	39	5,279		
Total	5777,000	52			
Total corregido	2036,981	51			

a. R al cuadrado = ,899 (R al cuadrado ajustada = ,868)

En la tabla 88 se visualiza los resultados obtenidos en el SPSS estudiantil con la prueba ANOVA factorial. Como se pretende saber la existencia de la diferencia de los métodos de coagulación para el parámetro del Color, nos centramos en la fila de “coagulante” porque responde a la hipótesis planteada; obteniendo un P-valor de 0.000 que es menor a 0.05 lo que significa que se rechaza la hipótesis específica nula 2 y se acepta la alterna; eso quiere decir que “Existe diferencias significativas de la eficiencia de los métodos de coagulación para el control del Color del agua del río Huaura – Huaura”.

- ✓ HE3: Existe diferencias significativas de la eficiencia de los métodos de coagulación para el control del potencial de hidrógeno (pH) en aguas del río Huaura – Huaura.

Para analizar esta hipótesis se ha usado la prueba de ANOVA factorial (método que se adecua a la presente investigación) para comparar más de dos grupos. Por ello se insertó todos los resultados obtenidos del pH (tanto en campo como en laboratorio) de los 2 puntos de monitoreo y de ambas fechas de monitoreo en el Programa SPSS estudiantil. Obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 90:

Pruebas de efectos inter-sujetos del pH

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: pH					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	2,306a	12	,192	15,796	,000
Intersección corregido					
Intersección	2621,231	1	2621,231	215477,743	,000
Coagulante	,475	3	,158	13,015	,000
Dosis	,112	2	,056	4,603	,016
Coagulante * Dosis	,021	6	,003	,287	,940
Error	,474	39	,012		
Total	2974,012	52			
Total corregido	2,780	51			

a. R al cuadrado = ,829 (R al cuadrado ajustada = ,777)

En la tabla 89 se visualiza los resultados obtenidos en el SPSS estudiantil con la prueba ANOVA factorial. Como se pretende saber la existencia de la diferencia de los métodos de coagulación para el parámetro del pH, nos centramos en la fila de “coagulante” porque responde a la hipótesis planteada; obteniendo un P-valor de 0.000 que es menor a 0.05 lo que significa que se rechaza la hipótesis específica nula 3 y se acepta la alterna; eso quiere decir que “Existe diferencias significativas de la eficiencia de los métodos de coagulación para el control del potencial de hidrógeno (pH) en aguas del río Huaura – Huaura”.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos del análisis comparativo de métodos de coagulación para la remoción de contaminantes fisicoquímicos en aguas del río Huaura, realizados en 2 puntos de monitoreo (EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02) el 27/07/2025 y el 23/08/2025, ha permitido en realizar con contraste con las investigaciones previas realizadas en otros lugares; de tal manera que se pudo apreciar la efectividad de los coagulantes (Sulfato de aluminio, sulfato férrico, cloruro de aluminio y cloruro férrico) de acuerdo al tipo de coagulante aplicado y a la dosificación de la misma.

Respecto al pH, al aplicar los 4 coagulantes, mostraron una reducción de su alcalinidad, respecto a su valor inicial (8.1 – 8.26), pero cumplido en todo momento el rango permitido en los ECA para agua (pH 6.5 – 8.5). Tendencia que concuerda con los hallazgos de Rashuaman (2024) en el río Mantaro, pues observó una disminución del pH cuando aplicó el FeCl_3 , aunque se evidenció valores ácidos hasta de 4.4 del pH cuando aplicaron altas dosis, resultados no obtenidos en el río Huaura de acuerdo a las condiciones del presente estudio. Distinto a lo encontrado por Tarqui (2022) al aplicar sulfato de aluminio en muestras de aguas del río Seke, evidenciando un comportamiento contrario ya que al aplicar una dosis de hasta 80 mg/L, el pH pudo incrementarse hasta 9.59. Sin embargo, en el caso particular nuestro el coagulante que mostró mayor estabilidad fue el cloruro de aluminio a una dosis promedio de 25 mg/L, por lo que se muestra como mejor opción para su uso en el Río Huaura.

En cuando al comportamiento de la conductividad, nuestros resultados mostraron un incremento mínimo al aplicar los coagulantes en distintas dosis sin producirse cambios bruscos, resaltando con mayor ascendencia cuando se aplicó el FeCl_3 y AlCl_3 , pero manteniéndose en todo momento por debajo del ECA para agua (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Categoría 3, D1. Comportamiento similar a lo reportado por Rashuaman (2024), quien señaló que al aplicar el cloruro férrico la conductividad incrementó en un 12.95%. En contraste con el promedio del presente estudio la adición del FeCl_3 fue leve (desde 557.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 590 $\mu\text{S}/\text{cm}$), estabilizándose cuando se aplicó una dosis de 25 mg/L. Por su parte, Tarqui (2022) ha reportado una disminución de la conductividad cuando adicionó el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (desde 779 a 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$), lo que difiere con los resultados obtenidos con el agua del río Huaura, donde se evidenció un incremento leve cuando se usó el sulfato de aluminio. Diferencias que pueden ser atribuidas a la composición iónica de cada fuente hídrica analizada.

Para el parámetro del color en los estudios con el agua del río Huaura el promedio inicial fue de 26.75 UCV escala Pt/Co, encontrándose dentro de los parámetros del ECA para agua. No

obstante, la aplicación de los coagulantes ha permitido una remoción superior al 80% en la mayoría de las dosificaciones; resaltando al cloruro férrico como coagulante más eficiente, logrando remover hasta el 92.98% del color cuando se aplicó una dosis de 30 mg/L, seguido por el cloruro de aluminio con una eficiencia hasta del 85.96% y el sulfato férrico con 85.51%; mientras que el sulfato de aluminio fue de 77.19%. Hallazgos concordantes con García & Riveria (2021), quienes demostraron que el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)$ junto con el almidón de achín pueden eliminar hasta el 97.11% del color, lo que fortalece la idea de que la mejora de la eficiencia dependerá del coagulante y la dosificación que se le aplica. Similar a lo hallado por Rashuaman (2024), donde menciona que el cloruro férrico tiene una mayor eficiencia para remover la turbidez y la materia orgánica, lo que coincide a su vez con la remisión del color cuando se aplicó este coagulante en las muestras de agua del río Huaura.

Finalmente, el resultado promedio de los TDS de la muestra de agua del río Huaura fue de 310 mg/L, debajo de los ECA para agua (categoría 1, subcategoría A, A1) de 1000 mg/L, aunque la adición de la dosis de todos los coagulantes mostró un incremento del parámetro, en todo momento se cumplió el marco normativo. Evidenciando al cloruro de aluminio con una dosis de 25 mg/L como un coagulante que mantienen un equilibrio promedio de 322.5 mg/L, indicando una buena estabilidad de la salinidad del agua. Contrario a lo obtenido por Tarqui (2022), quien encontró una disminución progresiva de los TDS cuando hizo uso del coagulante $\text{Al}_2(\text{SO}_4)$, tendencia que refuerza a la teoría de que estos comportamientos se deben a características únicas de agua para ambos casos.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- ✓ El análisis del agua del río Huaura ha cumplido el todo momento el marco normativo del ECA para agua, establecido en el DS-004-2017-MINAM, tanto en los monitoreos de campo y en laboratorio.
- ✓ Al realizar la evaluación del promedio de los parámetros fisicoquímicos de los puntos de monitoreo EM-MCRC-01 y EM-MCRC-02 en los días 27/07/2025 y 23/08/2025 al aplicar diferentes coagulantes a distintas dosis se pudo determinar que, el cloruro férrico presentó una mayor eficiencia a diferencia de los demás coagulantes, manteniendo la alcalinidad y una reducción leve del pH, un incremento moderado de la conductividad y los sólidos totales disueltos, y con una remoción alta del color cuando se aplica una dosis de 25 – 30 mg/L de cloruro férrico. Eficiencia alterna seguida por el sulfato férrico con resultados similares, contrario a lo que ocurre con la aplicación del sulfato de aluminio y cloruro de aluminio, los cuales mostraron una menor eficiencia. Por tanto, para la remoción de contaminantes fisicoquímicos del río Huaura y para mejorar la calidad del agua, el FeCl_3 es el coagulante idóneo para su uso.
- ✓ El color del agua, aplicando los 4 tipos de coagulante mostraron que, a mayor dosis, mayor remoción del color del agua del río Huaura. Pues se evidenció una reducción del color a medida que se incrementa la dosificación. Así mismo el color se mantuvo por debajo a 100 Pt/Co, cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Siendo el coagulante de FeCl_3 el más efectivo para la remoción del color del agua con una dosificación de 20 mg/L.
- ✓ La estabilización de la conductividad aplicando los 4 tipos de coagulante a distinta dosificación mostraron un incremento leve del parámetro. Así mismo la conductividad se mantuvo menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumplimento el rango establecido en el ECA para agua Categoría 3, D1 (riego de vegetales). Siendo el más eficiente y estable el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ con una aplicación de la dosis de 25 mg/L.
- ✓ En cuanto al pH al aplicar los 4 tipos de coagulantes en distintas dosis muestran una disminución controlada del parámetro, que inicialmente era alcalina (por encima de 8). Sin embargo, numéricamente hablando, con el coagulante cloruro de aluminio ha mostrado una caída (cerca de la neutralidad) y por ende manteniendo un equilibrio, mostrándose como un coagulante recomendado cuando el presente neutralizar el pH, siendo la dosis ideal de 25 mg/L de AlCl_3 .

- ✓ Para el parámetro de TDS del agua del río Huaura, al aplicar los coagulantes en distintas dosis se pudo determinar que aunque no existe un ECA para agua Categoría 3, D1 - riego de vegetales (agua del río Huaura destinado principalmente para la agricultura), si existe para la Categoría 1 – Sub categoría A (destinadas para consumo humano) cuyo ECA A1 es de 1000 mg/L. Existe mayor estabilidad de los TDS con una tendencia estable media cuando se aplicó el AlCl_3 de 25 mg/L, con un amortiguamiento adecuado y favorable del parámetro.

6.2 Recomendaciones

- ✓ Adoptar como el coagulante idóneo para la remoción de contaminantes fisicoquímicos al cloruro férrico (FeCl_3) por su alta eficiencia en la remoción del color y la estabilización de los demás parámetros analizados.
- ✓ Tener en consideración como alternativa secundaria al sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) para la remoción de los contaminantes fisicoquímicos, el cual genera similar efectividad (aunque en menor cantidad) al cloruro férrico.
- ✓ Si es caso se pretende mantener estable la alcalinidad del pH, los coagulantes recomendados son el sulfato de aluminio y el cloruro de aluminio, estos tienen a bajar levemente el pH.
- ✓ En caso haya otras investigaciones futuras, se recomienda extender los monitoreos a otros parámetros fisicoquímicos, esto con la finalidad de ver las variaciones que tienen cuando se aplican distintos coagulantes con variadas dosificaciones.

CAPÍTULO VII.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1 Referencias bibliográficas

- Alarcón Tafur, J. C. (2023). *“Determinación de las dosis óptimas del coagulante y floculante Hidroxicloruro de aluminio en función de la turbiedad y el color para la potabilización del Río Guayas”*. (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador.
- Alvarado, L. & Valenzuela, S. (25 de mayo del 2020). “Guía 8: Unidades de concentración”. Colegio de Santa María – La florida. Obtenido de <https://www.colegiostmf.cl/wp-content/uploads/2020/06/Qu%C3%ADmica-II%C2%BA-Gu%C3%ADa-8-Scarlett-Valenzuela-y-Lidia-Alvarado-.pdf>
- Arias Odón, F. G. (2012). “El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica”. Editorial Episteme. 6ª Edición.
- Calizaya, V. R. E., Atencio, L. C. Y., Alférez, E. D. I., Saira, H. J., & Gómez, V. L. A. (2024). *“Evaluación comparativa del efecto de las semillas de Moringa Oleífera y sulfato de aluminio sobre la remoción de turbidez del agua del río Caplina”*. Scienceevolution, 3(11), 28-37. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna.
- CBR Ingeniería, (15 de enero del 2021). “Proceso de remoción de contaminantes”. Equipo de CBR Ingeniería. <https://blog.cbr-ingenieria.com.mx/proceso-de-remocion-de-contaminantes#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20remoci%C3%B3n%20de,pueda%20volver%20a%20ser%20utilizado.>
- Chemtreat. (2024). Floculantes y coagulantes. Obtenido de <https://es.chemtreat.com/coagulants-flocculants/>
- DIGESA, (2016). Parámetros organolépticos. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf Grupo de Estudio Técnico Ambiental. “Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria – DIGESA”.
- DS N° 004-2017-MINAM. (7 de junio del 2017). “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias”. Normas Legales. Diario Oficial El Peruano.
- DS N° 031-2010-SA, (2010). “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”. Ministerio de Salud.
- Editorial RSyS, (30 de octubre del 2021). Contaminación: qué es, tipos y causas. Obtenido de <https://responsabilidadsocial.net/contaminacion-que-es-tipos-y-causas/>

- Equipos y Laboratorio. (2022). “*Tratamiento de Aguas*”. Equipos y Laboratorio de Colombia. Artículos. Obtenido de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/tratamiento-de-aguas>
- Fundación AQUAE (2025). La importancia del agua en los seres vivos. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/importancia-del-agua/>
- García de la Fuente, C. (2013). “*Parámetros fisicoquímicos del agua*”. PV Albeitar. Obtenido de https://www.adiveter.com/ftp_public/A3081113.pdf
- García, L.L. J. I., & Riveira, P. L. A. (2021). “*Evaluación de almidón de achín como coadyuvante del sulfato de aluminio para la remoción de turbidez en aguas del río magdalena*”. (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Colombia. Bogotá. Colombia.
- Gaspar Cahuana, F. (2021). “*Reducción de la turbidez de las aguas del rio Shullcas, utilizando penca de Tuna y Sulfato de Aluminio en el proceso de coagulación para el tratamiento de agua potable*”. (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo. Lima.
- Genesis Water Tech, (17 de abril del 2023). “Tratamiento de agua de coagulación versus tratamiento de electrocoagulación”. Obtenido de <https://es.genesiswatertech.com/blog-post/coagulation-water-treatment-vs-electrocoagulation-treatment/>
- GC Tratamiento, (17 de marzo del 2022). Qué son los efluentes industriales y cómo deben tratarse. Obtenido de <https://gctratamiento.mx/que-son-los-efluentes-industriales/>
- Grupo Acura. (21 de marzo del 2023). ¿Qué es la coagulación y floculación para el tratamiento de aguas residuales? Obtenido de <https://grupoacura.com/es/blog/coagulacion-floculacion/#:~:text=La%20coagulaci%C3%B3n%20es%20la%20desestabilizaci%C3%B3n,los%20s%C3%B3lidos%20dispersos%20no%20sedimentables.>
- Hanna Instruments. (2024). ¿Qué significa ppm?. Artículos Hanna Instruments. Obtenido de <https://www.hannacolombia.com/blog/post/1085/que-significa-ppm>
- Huamán Laurente, D. (2024). “*Remoción de contaminantes fisicoquímicos en aguas residuales domésticas a nivel de laboratorio mediante un sistema de coagulación, floculación y adsorción*”. (Tesis de Pregrado). Universidad Continental. Huancayo.
- Jaramillo Manzaba, R. A. (2024). “*Tratamientos fisicoquímicos para la remoción de sólidos suspendidos en el agua residual del hato porcino de la ESPAM MFL*”. (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta. Ecuador.

- Larramendi, B. E. M., Millán, V. G., & Plana, C. M. A. (2021). Escasez y contaminación del agua, realidades del siglo XXI. Revista 16 de abril, 60(279), 854. Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. Cuba.
- López R., P. & Fachelli, S. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Lorenzo Acosta, Y. (2006). *“Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación”*. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. vol. XL, núm. 2. pp. 10-17. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Marín Galvín, R. (2019). *“Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: Tratamiento y control de calidad de aguas”*. Ediciones Díaz de Santos. Segunda edición.
- Mazille F. & Spuhler D. (2018). *Coagulación – Floculación*. Obtenido de <https://sswm.info/water-nutrient-cycle/water-purification/hardwares/semi-centralised-drinking-water-treatments/coagulation-flocculation>
- Mejía Cueva, M. Y., & Peña Chinchay, N. (2023). *“Análisis comparativo de la remoción de sólidos suspendidos con aloe vera, solanum tuberosum y sulfato de aluminio en aguas residuales”*. (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima.
- Naciones Unidas (2018). *Calidad del agua y aguas residuales*. Obtenido de https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2018/10/WaterFacts_water_and_watewater_sep2018.pdf
- Noriega Gonzalez, M. C. (2022). *“Determinación de la dosificación óptima de coagulante para el mejoramiento de la calidad del agua potable en la Empresa EMCODAZZI ESP”*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Pamplona. Colombia.
- Quimicompany, (2025). Floculador Test de jarras. Quimicompany - Equipos e Insumos Para Laboratorio. Pag. 94 – 105. Obtenido de <https://quimicompany.com.co/floculador-test-de-jarras/>
- Ramírez Marín, I. (2020). Operaciones con Sólidos. Sedimentación. Obtenido de <https://ucatedraivan.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/05/sedimentacion.pdf>
- Rashuaman Benito, K. (2024). *“Comparación de la eficiencia de tratamiento en la remoción de materia orgánica entre opuntia ficus-indica y cloruro férrico para las aguas del río Mantaro-2023”*. (Tesis de Pregrado). Universidad Continental. Huancayo.
- Rivas, R. S.; Menés, V. G. & Rómulo, R. A. (2017). *“Tratamiento por coagulación-floculación a efluente de la Empresa del Níquel Comandante Ernesto Che Guevara”*. Tecnología Química, vol. XXXVII, núm. 2. Universidad de Oriente. Cuba.

- Sánchez, S. J. M., Dávila, M. R. C., Zuta, A. N., Vásquez, P. F., Vargas, M. A. R., Villavicencio, G. P. G., & Espinoza, C. F. C. (2022). Evaluación fisicoquímica y bacteriológica del agua del río chillón. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 62(4), 846-855.
- Sela, G. (setiembre 12 del 2018). La coagulación en el tratamiento de aguas. Cropaia. Obtenido de <https://cropaia.com/es/blog/la-coagulacion-en-el-tratamiento-de-aguas/>
- Sukmana, H., Bellahsen, N., Pantoja, F., & Hodur, C. (2021). “Adsorción y coagulación en el tratamiento de aguas residuales – Revisión”. *Avances en las Ciencias de la Ingeniería Agrícola*, 17(1), 49–68. <https://doi.org/10.1556/446.2021.00029>
- Tarqui Dueñas, R. A. (2022). “*Tratamiento de aguas residuales del Río Seke de la comunidad de Tacachira de la ciudad de El Alto*”. (Tesis de Pregrado). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). “La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica”. *Revista educación*, 33(1), 155-165.

ANEXOS

Cadena de Custodia para registro de datos del monitoreo agua

Fuente: DIGESA/DILAB RM-001-02 REV 03-06 - Cadena de custodia – agua

Reverso de Cadena de Custodia para registro del monitoreo agua

(4) Ver lista de parámetros del laboratorio de DIGESA y requisitos de manipulación y conservación, pedirla al correo electrónico o teléfono indicados.

140

Resultados del monitoreo de agua en campo 27/07/25

141

Reverso de los resultados del monitoreo de agua en campo 27/07/25

(4) Ver lista de parámetros del laboratorio de DIGESA y requisitos de manipulación y conservación, pedirla al correo electrónico o teléfono indicados.

Resultados del monitoreo de agua en campo 23/08/25

143

Reverso de los resultados del monitoreo de agua en campo 23/08/25

(4) Ver lista de parámetros del laboratorio de DIGESA y requisitos de manipulación y conservación, pedirla al correo electrónico o teléfono indicados.

Tabla 97:

Ficha de registro de datos EC-MCRC-01 27/07/25

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Estación de monitoreo	Fecha	Parámetros iniciales de campo			
		pH	Conductividad (μS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	Color (UCV escala Pt/Co)
EC-MCRC-01	27/07/25	8.1	550	290	26

Datos obtenidos en laboratorio

Estación de monitoreo						
Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	Conductividad (μS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	Color (UCV escala Pt/Co)
28/07/25	Sulfato de aluminio	20	7.45	560	300	12.0
28/07/25	Sulfato de aluminio	25	7.44	570	310	10.0
28/07/25	Sulfato de aluminio	30	7.37	580	330	7.0
28/07/25	Sulfato férrico	20	7.32	550	300	8.5
28/07/25	Sulfato férrico	25	7.29	560	310	6.0
28/07/25	Sulfato férrico	30	7.16	560	320	3.5
28/07/25	Cloruro férrico	20	7.38	560	300	7.5
28/07/25	Cloruro férrico	25	7.29	570	310	5.0
28/07/25	Cloruro férrico	30	7.24	590	310	2.5
28/07/25	Cloruro de aluminio	20	7.58	560	300	11.0
28/07/25	Cloruro de aluminio	25	7.56	580	300	7.5
28/07/25	Cloruro de aluminio	30	7.53	590	310	5.0



Edilson Almir Quinteros Panta



Enrique Raúl López Pariachi

Tabla 98:

Ficha de registro de datos EC-MCRC-02 27/07/25

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Estación de monitoreo	Fecha	Parámetros iniciales de campo			
		pH	Conductividad (µS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	Color (UCV escala Pt/Co)
EM-MCRC-02	27/07/25	8.16	550	320	24

Datos obtenidos en laboratorio

Estación de monitoreo						
Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	Conductividad (µS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	Color (UCV escala Pt/Co)
28/07/25	Sulfato de aluminio	20	7.64	560	330	9.5
28/07/25	Sulfato de aluminio	25	7.63	560	350	7.0
28/07/25	Sulfato de aluminio	30	7.56	570	360	5.0
28/07/25	Sulfato férrico	20	7.59	560	330	8.0
28/07/25	Sulfato férrico	25	7.53	560	330	6.5
28/07/25	Sulfato férrico	30	7.42	570	350	3.0
28/07/25	Cloruro férrico	20	7.61	570	320	6.0
28/07/25	Cloruro férrico	25	7.52	580	330	4.5
28/07/25	Cloruro férrico	30	7.47	580	330	2.5
28/07/25	Cloruro de aluminio	20	7.74	570	330	11.0
28/07/25	Cloruro de aluminio	25	7.71	580	330	8.0
28/07/25	Cloruro de aluminio	30	7.64	590	340	3.5



Edilson Almir Quinteros Panta



Enrique Raúl López Pariachi

Tabla 99:

Ficha de registro de datos EC-MCRC-01 23/08/25

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Estación de monitoreo	Fecha	Parámetros iniciales de campo			
		pH	Conductividad (µS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	Color (UCV escala Pt/Co)
EM-MCRC-01	23/08/25	8.22	560	280	22

Datos obtenidos en laboratorio

Estación de monitoreo						
Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	Conductividad (µS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	Color (UCV escala Pt/Co)
24/08/25	Sulfato de aluminio	20	7.59	560	300	10.0
24/08/25	Sulfato de aluminio	25	7.54	570	310	7.5
24/08/25	Sulfato de aluminio	30	7.78	570	330	5.0
24/08/25	Sulfato férrico	20	7.41	560	290	6.0
24/08/25	Sulfato férrico	25	7.37	580	300	4.5
24/08/25	Sulfato férrico	30	7.28	580	310	2.5
24/08/25	Cloruro férrico	20	7.37	570	280	5.5
24/08/25	Cloruro férrico	25	7.36	580	290	4.0
24/08/25	Cloruro férrico	30	7.27	590	290	2.0
24/08/25	Cloruro de aluminio	20	7.61	570	290	9.5
24/08/25	Cloruro de aluminio	25	7.60	570	300	7.0
24/08/25	Cloruro de aluminio	30	7.59	590	300	3.0


 Edilson Almir Quinteros Panta


 Enrique Raúl López Pariachi

Tabla 100:

Ficha de registro de datos EC-MCRC-02 23/08/25

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Estación de monitoreo	Fecha	Parámetros iniciales de campo			
		pH	Conductividad (μS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	Color (UCV escala Pt/Co)
EM-MCRC-02	23/08/25	8.26	570	350	35

Datos obtenidos en laboratorio

Estación de monitoreo						
Fecha	Tipo de coagulante	Dosis de coagulante (mg/L)	pH	Conductividad (μS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	Color (UCV escala Pt/Co)
24/08/25	Sulfato de aluminio	20	7.79	580	360	15.0
24/08/25	Sulfato de aluminio	25	7.71	580	380	11.5
24/08/25	Sulfato de aluminio	30	7.65	590	400	8.0
24/08/25	Sulfato férrico	20	7.59	580	360	12.0
24/08/25	Sulfato férrico	25	7.55	590	370	8.0
24/08/25	Sulfato férrico	30	7.31	590	390	6.5
24/08/25	Cloruro férrico	20	7.58	580	350	8.5
24/08/25	Cloruro férrico	25	7.52	600	360	5.5
24/08/25	Cloruro férrico	30	7.45	600	370	2.0
24/08/25	Cloruro de aluminio	20	7.71	580	360	14.0
24/08/25	Cloruro de aluminio	25	7.69	590	360	11.5
24/08/25	Cloruro de aluminio	30	7.67	610	370	5.0


Edilson Almir Quinteros Panta


Enrique Raúl López Pariachi



Figura 79: Monitoreo de agua en el río Huaura – 27/07/25

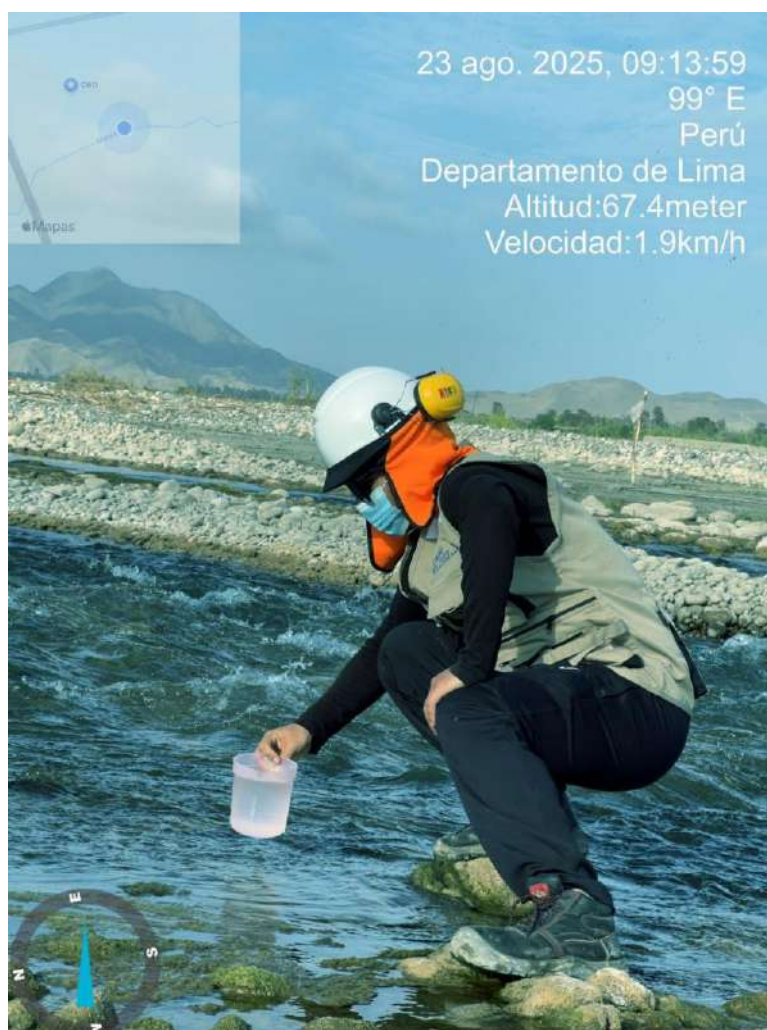


Figura 80: Monitoreo de agua en el río Huaura – 23/08/25



Figura 81: Registro de información de campo en cadena de custodia



Figura 82: Resultado de la conductividad en campo 23/08/25



Figura 83: Resultados de los TDS obtenidos en campo



Figura 84: Aplicación de la prueba de jarras (Jar Test) en laboratorio



Figura 85: Aplicación de los coagulantes en laboratorio



Figura 86: Resultado de color obtenido en laboratorio al aplicar $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$



Figura 87: Resultado del pH obtenido en laboratorio al aplicar cloruro férrico

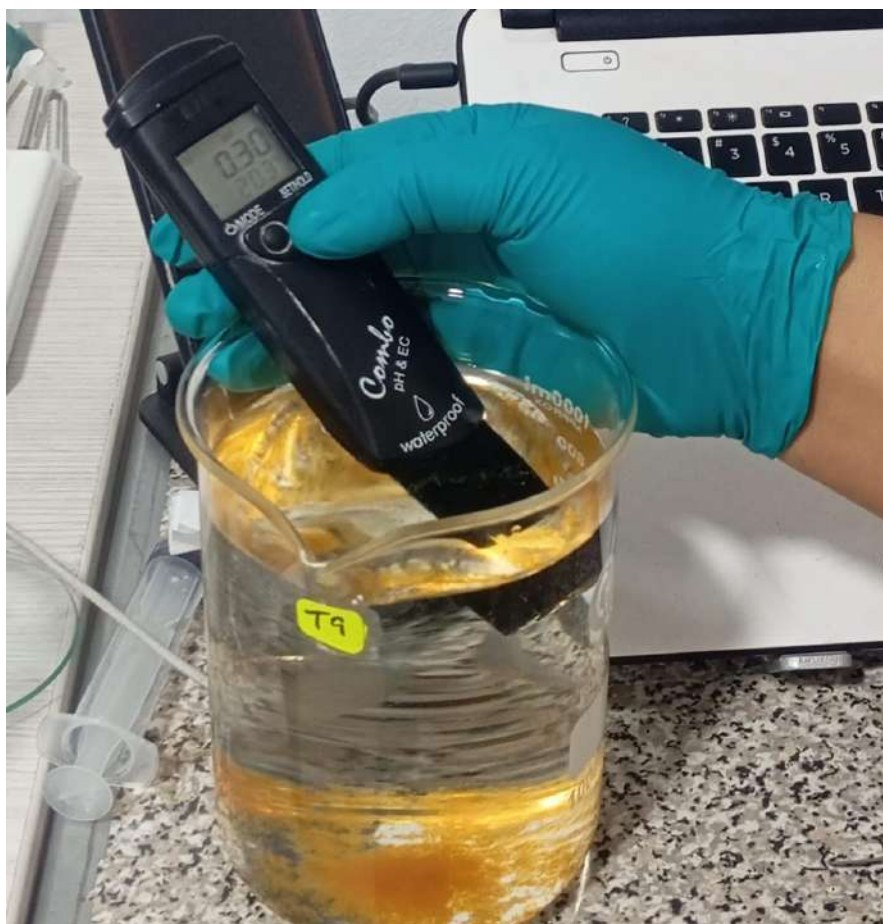


Figura 88: Resultados de los sólidos totales disueltos en laboratorio