



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

## **“REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ MEDIANTE LA COAGULACIÓN CON CLORURO FÉRRICO DE LAS AGUAS DE MINA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE MARCONA – NAZCA, 2024”**

**Tesis para optar al título profesional de:  
Ingeniera Ambiental**

**Autor:**

Ivyng Grethelly Giron Inca

**Asesor:**

Mg. Ing. Walter Manuel Hoyos Alayo  
<https://orcid.org/0000-0002-8683-1635>

**Lima - Perú  
2025**

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>ALBERTO SANTIAGO PALACIOS MIÑANO</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	<b>DAYSY YANINA CABRERA CHOCCATA</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	<b>WALTER MANUEL HOYOS ALAYO</b>
	Nombre y Apellidos

## Informe de Similitud

# IVYNG GRETHELLY GIRON INCA

## REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ MEDIANTE LA COAGULACIÓN CON CLORURO FÉRRICO DE LAS AGUAS DE MINA DEL DISTR...

REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ MEDIANTE LA COAGULACIÓN CON CLORURO FÉRRICO DE LAS AGUAS DE MINA DEL DISTRITO DE SAN JUAN...  
18° TALLER  
Asesores

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3180489711

Fecha de entrega

11 mar 2025, 7:45 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

11 mar 2025, 7:55 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Tesis\_-\_Ivyng\_Gir\_n.Vf.\_con\_gestor.docx

Tamaño de archivo

7.2 MB

123 Páginas

23,761 Palabras

133,395 Caracteres



Página 2 of 131 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3180489711

## 15% Similitud general

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




### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Exclusiones


- ▶ N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
5 caracteres sospechosos en N.º de página  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

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.

## Tabla de contenidos

<b>JURADO EVALUADOR.....</b>	<b>2</b>
<b>Informe de Similitud .....</b>	<b>3</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>5</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de ecuaciones .....</b>	<b>10</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....</b>	<b>49</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>70</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>111</b>

## **Índice de tablas**

<b>Tabla 1.</b> <i>Tipos de efluentes en la generación de aguas acidas de mina</i> .....	27
<b>Tabla 2.</b> <i>Clasificaciones de las aguas de mina</i> .....	27
<b>Tabla 3.</b> <i>Tipos de drenajes de mina</i> .....	28
<b>Tabla 4.</b> <i>Niveles de las variables de estudio</i> .....	53
<b>Tabla 5.</b> <i>Matriz de diseño experimental</i> .....	53
<b>Tabla 6.</b> <i>Matriz de Experimentación</i> .....	54
<b>Tabla 7.</b> <i>Combinaciones por cada bloque para desarrollar la prueba de jarras</i> .....	55
<b>Tabla 8.</b> <i>Coordenadas del área de estudio</i> .....	59
<b>Tabla 9.</b> <i>Vías de acceso</i> .....	60
<b>Tabla 10.</b> <i>Coordenadas de los puntos de muestreo</i> .....	60
<b>Tabla 11.</b> <i>Norma de Referencia de los equipos de laboratorio</i> .....	68
<b>Tabla 12.</b> <i>Resultados del análisis de parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua antes del tratamiento de coagulación</i> .....	70
<b>Tabla 13.</b> <i>Análisis del parámetro de turbidez después del tratamiento</i> .....	71
<b>Tabla 14.</b> <i>Resultados del diseño experimental (diseño factorial)</i> .....	72
<b>Tabla 15.</b> <i>Análisis del parámetro de turbidez después del tratamiento</i> .....	73
<b>Tabla 16.</b> <i>Análisis del parámetro de turbidez después del tratamiento</i> .....	76
<b>Tabla 17.</b> <i>Prueba de análisis de varianzas- Turbidez (%)</i> .....	76
<b>Tabla 18.</b> <i>Resumen del modelo</i> .....	79
<b>Tabla 19.</b> <i>Resultados del análisis comparativo antes y después del tratamiento de coagulación en las aguas de mina</i> .....	83

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Perforadora montada sobre un camión en Australia</i> .....	25
<b>Figura 2.</b> <i>Relave abandonado en Pacococha</i> .....	26
<b>Figura 3.</b> <i>Factores que influyen en la generación de aguas ácidas</i> .....	29
<b>Figura 4.</b> <i>Etapas de formación de las aguas ácidas</i> .....	30
<b>Figura 5.</b> <i>Agua de Mina</i> .....	32
<b>Figura 6.</b> <i>Partícula Coloidal de carga positiva y negativa</i> .....	35
<b>Figura 7.</b> <i>Partícula Coloidal de carga positiva y negativa</i> .....	36
<b>Figura 8.</b> <i>Baja turbiedad</i> .....	37
<b>Figura 9.</b> <i>Modelo de las fases de coagulación</i> .....	38
<b>Figura 10.</b> <i>Cloruro férrico en polvo</i> .....	41
<b>Figura 11.</b> <i>Coagulación</i> .....	43
<b>Figura 12.</b> <i>Diseño experimental.</i> .....	51
<b>Figura 13.</b> <i>Cantidad por evaluar para el análisis del porcentaje de remoción de turbidez</i> .....	52
<b>Figura 14.</b> <i>Cantidad por evaluar para el análisis del porcentaje de remoción de turbidez</i> .....	61
<b>Figura 15.</b> <i>Toma de muestra del P-001</i> .....	62
<b>Figura 16.</b> <i>Toma de muestra del P-002</i> .....	63
<b>Figura 17.</b> <i>Preservación de muestras y rotulado.</i> .....	63
<b>Figura 18.</b> <i>Cloruro férrico FeCl<sub>3</sub> 500 ppm</i> .....	65
<b>Figura 19.</b> <i>Prueba de Jarras</i> .....	66
<b>Figura 20.</b> <i>Procedimiento general del estudio.</i> .....	67
<b>Figura 21.</b> <i>Gráfico de concentración de turbidez después del tratamiento en UNT</i> .....	71
<b>Figura 22.</b> <i>Gráfico de porcentaje de remoción de Turbidez (%)</i> .....	73

<b>Figura 23.</b> <i>Gráfico de Probabilidad de Normalidad</i> .....	75
<b>Figura 24.</b> <i>Gráfico de Probabilidad de Normalidad</i> .....	79
<b>Figura 25.</b> <i>Diagrama de Pareto</i> .....	80
<b>Figura 26.</b> <i>Gráfica de efectos principales para remoción de turbidez (%)</i> .....	81
<b>Figura 27.</b> <i>Gráfica de interacción para remoción de turbidez (%)</i> .....	82
<b>Figura 28.</b> <i>Gráfica de contorno de remoción de turbidez (%) vs Dosis de coagulante (mL/L) y Velocidad de agitación (RPM)</i> .....	82

## **Índice de ecuaciones**

<b>Ecuación 1.</b> <i>Reacción química del carbono cálcico</i> .....	31
<b>Ecuación 2.</b> <i>Reacción química del bicarbonato</i> .....	31
<b>Ecuación 3.</b> <i>Reacción química del cloruro férrico con la alcalinidad</i> .....	40
<b>Ecuación 4.</b> <i>Reacción química del cloruro férrico con cal</i> .....	40
<b>Ecuación 5.</b> <i>Reacción química del cloruro férrico con el aluminato sódico</i> .....	40
<b>Ecuación 6.</b> <i>Formula para la determinar el porcentaje de remoción</i> .....	56

## **Resumen**

La minería es clave para nuestra economía, impulsando la inversión, exportaciones y empleo. Sin embargo, la falta de control en sus operaciones puede generar conflictos sociales y impactos ambientales, como la contaminación del agua al poseer sólidos en suspensión y metales pesados. El objetivo de esta investigación es evaluar el porcentaje de remoción de turbidez mediante coagulación con cloruro férrico de las aguas de mina del distrito de San Juan de Marcona- Nazca, 2024. Aplicando una metodología de enfoque cuantitativo con un diseño experimental, donde la muestra fue de 8 litros de aguas de mina con 6 tratamientos y se aplicó un diseño factorial con un factor (coagulante) de 3 niveles y otro factor (velocidad de agitación) de 2 niveles. Para el T-1 y T-2 se utilizó una dosis de coagulante de cloruro férrico de 10 mL con una velocidad de 20 y 40 RPM respectivamente, para el T-3 y T-4 fue 20 mL con 20 y 40 RPM respectivamente, y para el T-5 y T-6 fue 30 mL con 20 y 40 RPM respectivamente. Se obtuvo como resultado que todos los tratamientos del T-1 al T- 6 poseen una remoción del 69,46%, 82,42%, 87,85%, 77,82%, 87,43% y 92,56% respectivamente. Se concluye que todos los tratamientos poseen un porcentaje de remoción de la turbidez media mayor al 80% mediante la coagulación de cloruro férrico de las aguas de mina y el T-6 tuvo la mayor remoción del 92,56 % de turbidez.

## **Palabras Claves**

Turbidez, Aguas de Mina, Coagulación, Cloruro férrico, Dosis de coagulante, Velocidad de agitación.

## **NOTA**

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con en el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

## REFERENCIAS

- Abril, V. (2008). *Técnicas e Instrumentos de la investigación*.  
[https://www.academia.edu/6964411/T%C3%A9cnicas\\_e\\_Instrumentos\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_-\\_Abril\\_Ph\\_D](https://www.academia.edu/6964411/T%C3%A9cnicas_e_Instrumentos_de_Investigaci%C3%B3n_-_Abril_Ph_D)
- Acosta, A., Príncipe, Y., Saldaña, S. y Zurita, A. (2018). *Efecto del tiempo de agitación y dosis entre coagulantes de exoesqueleto de camarón y chatarra de hierro en la remoción de turbiedad del Río Santa* [tesis de titulación, Universidad César Vallejo].  
Repositorio Institucional UCV.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34972/acosta\\_ra.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34972/acosta_ra.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Adurive, O. (2006). *Drenaje ácido de mina generación y tratamiento*. Instituto Geológico y Minero de España. [http://info.igme.es/SidPDF/113000/258/113258\\_0000001.pdf](http://info.igme.es/SidPDF/113000/258/113258_0000001.pdf)
- Adurive, O. (2018). Dimensionado de sistemas de tratamiento de aguas acidas de mina. *Revista de Medio Ambiente y Minería*, 5 (1), 1-11.  
[http://www.scielo.org.bo/pdf/mamym/n5/n5\\_a01.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/mamym/n5/n5_a01.pdf)
- Aguilar, M., Sáez, J, Lloréns, M., Soler, A. y Ortuño, J. (2002). *Tratamiento fisicoquímico de las aguas residuales* (1.<sup>a</sup> ed.). Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones.  
[https://books.google.com.pe/books?id=8vIQBXPvhAUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_vpt\\_read#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=8vIQBXPvhAUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_vpt_read#v=onepage&q&f=false)
- Alan, D. y Cortez, L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica* (1.<sup>a</sup> ed.). Ediciones UTMACH.  
<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiacionCientifica.pdf>

- Al-Anzi, B., Naik, M. y Ahmad, M. (2022). The Imperative Need of Metal Salt for the Treatment of Industrial Wastewater via the Synergic Coagulation-Flocculation Method. *Polymers* 2022, 14 (9), 1-9. <https://doi.org/10.3390/polym14091651>
- Amstrong, J. y Menon, R. (2019). *Minas y canteras*. Industrias basadas en recursos naturales. <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+74.+Minas+y+canteras>
- Andia, Y. (2000). *Evaluación de plantas y desarrollo tecnológico. Tratamiento de agua: coagulación- floculación*. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/andia.pdf>
- Agencia Peruana de Noticias. (2017). *Cusco: OEFA dictó medidas contra minera por generar impactos ambientales negativos*. SPDA Actualidad Ambiental. <https://www.actualidadambiental.pe/cusco-oeфа-dicto-medidas-contra-minera-por-generar-impactos-ambientales-negativos/>
- Aquaintegral. (2022, 8 de junio). *¿Por qué la prueba de jarras está relacionada con el tratamiento de aguas?* <https://isa.ec/prueba-de-jarras/>
- Arboleda, J. (1992). *Teoría y Práctica de la purificación del agua*. Colombia. Acodal. <https://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/libros/teoria.pdf>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. (6.<sup>a</sup> ed.). Episteme. [https://www.researchgate.net/publication/27298565\\_El\\_Proyecto\\_de\\_la\\_Investigacion\\_Introduccion\\_a\\_la\\_Metodologia\\_Cientifica](https://www.researchgate.net/publication/27298565_El_Proyecto_de_la_Investigacion_Introduccion_a_la_Metodologia_Cientifica)
- Arismendy, S. (2020). *Problemática ambiental generada por el drenaje ácido de mina en la explotación de yacimientos mineros en Colombia* [tesis de titulación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36759/skarismendyv.pdf?se>

quence=3#:~:text=Una%20mina%20generadora%20de%20drenaje,estos%20recursos%20h%C3%ADdricos%20para%20su

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. R.J. N° 010-2016-ANA. Ministerio de Agricultura y Riego. <https://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-010-2016-ana-0>

Barrenechea, A. (2004). *Capítulo 4. Coagulación*. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/cuatro.pdf>

BBVA. (2017, noviembre). *Perú: Sector minero*. [presentación de diapositivas]. [https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2017/11/Sector-Minero-en-Peru\\_2017.pdf](https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2017/11/Sector-Minero-en-Peru_2017.pdf)

Becerra, L. (2021). *Gestión de los Impactos de aguas ácidas durante la construcción, operación y cierre de túneles* [tesis de maestría, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional UCHILE. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181843>

Benavides, R. (2012). *La Minería Responsable y sus Aportes al Desarrollo del Perú*. Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. [https://buenaventura.com/wp-content/uploads/2024/09/La\\_Mineria\\_Responsable\\_y\\_sus\\_aportes\\_al\\_Desarrollo\\_del\\_Peru.pdf](https://buenaventura.com/wp-content/uploads/2024/09/La_Mineria_Responsable_y_sus_aportes_al_Desarrollo_del_Peru.pdf)

Beteta, E.; Guillen, A. y Hurtado, D. (2016). *Recursos naturales, empleo y medio ambiente: Efectos locales en Perú*. Red Sudamericana de Economía Aplicada / Red Sur. [https://www.redsudamericana.org/sites/default/files/doc/EP%201%20EDITADO%20\(3\)\\_0.pdf](https://www.redsudamericana.org/sites/default/files/doc/EP%201%20EDITADO%20(3)_0.pdf)

Betzabé, A. y Silva, K. (2020). *Residuos mineros, qué son y posibilidades de valorización*. Universidad Central de Venezuela [presentación de diapositivas]. Research. [https://www.researchgate.net/publication/304252972\\_Residuos\\_mineros\\_que\\_son\\_y\\_posibilidades\\_de\\_valorizacion](https://www.researchgate.net/publication/304252972_Residuos_mineros_que_son_y_posibilidades_de_valorizacion)

- Bolto, A. (1995). Soluble polymers in water purification. *Progress in Polymer Science*, 20 (6), 987-1041.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/007967009500010D>
- Bórquez, B. (2019). *Identificar diferentes tecnologías y métodos de drenaje para evitar inundación mina* [tesis de titulación, Universidad Andrés Bello]. Repositorio Institucional UNAB.  
[https://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/20751/a133513\\_B%C3%B3rquez\\_B\\_Diferentes\\_tecnolog%C3%ADas\\_evitar\\_inundaci%C3%B3n\\_mina\\_2019.pdf?sequence=1](https://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/20751/a133513_B%C3%B3rquez_B_Diferentes_tecnolog%C3%ADas_evitar_inundaci%C3%B3n_mina_2019.pdf?sequence=1)
- Cahuana, Y. y Meza, C. (2024). *Análisis de la influencia de los coagulantes sulfato de aluminio y cloruro férrico en la remoción de turbidez de las aguas del río Shullcas, Huancayo, 2022* [tesis de titulación, Universidad Continental]. Repositorio Institucional UC.  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14500/12/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Cahuana\\_Meza\\_2024.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14500/12/IV_FIN_107_TE_Cahuana_Meza_2024.pdf)
- Caso, F. G. y Laureano, L. L. (2018). *La goma de tara como agente floculante en la optimización del proceso de remoción de arsénico con FeCl<sub>3</sub> presente en agua de mina* [tesis de titulación, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional UNAC.  
[http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3337/Caso%20Rupa%20y%20Laureano%20Estrella\\_TESISPR\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3337/Caso%20Rupa%20y%20Laureano%20Estrella_TESISPR_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Castillo, R. (2021). *Generación de aguas ácidas. Editorial Atamán Aguirre EIRL. Contaminación por aguas ácidas; economía ecológica y ambiental (p.80-81). Lima*
- Castillo, V. y Chávez, R. (2016). *Influencia del pH y dosis de hidróxido de aluminio sobre el porcentaje de eliminación de sulfatos en agua de mina artificial mediante*

- tratamiento por precipitación mineral* [tesis de titulación, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNITRU  
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2552/CASTILLO%20LOPEZ%2c%20V%2c%20adctor%20Manuel%2c%20CHAVEZ%20POZO%2c%20RAFAEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cauas, D. (2015). *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación*. Biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia.  
<https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24762w/Definiciondelasvariables,enfoqueytipodeinvestigacion.pdf>
- Cerón, A. (2016). *Estudio para la determinación y dosificación óptima de coagulantes en el proceso de clarificación de aguas crudas en la potabilización de aguas de la empresa Empoobando E. SP* [tesis de titulación, Universidad de Nariño]. Repositorio Institucional UDENAR. [http://sired.udenar.edu.co/3769/1/tg\\_vcp.pdf](http://sired.udenar.edu.co/3769/1/tg_vcp.pdf)
- Chaparro, J. y Ruiz, N. (2018). *Evaluación a escala de laboratorio del gradiente de acidez de drenaje ácido de mina, mediante el uso de columnas de caliza como sistema pasivo de neutralización* [tesis de titulación, Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia]. Repositorio Institucional UPTC  
<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2539/1/TGT-1123.pdf>
- Chotpantarat, S. (2011). A Review of Static Test and Recent Studies. *American Journal of Applied Sciences*, 8 (4), 400-406. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2011.400.406>
- ComexPerú. (2021, 1 de octubre). *Un país minero con inversión minera estancada. ¿qué nos espera?* Semanario 1092. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/un-pais-minero-con-inversion-minera-estancada-que-nos-espera>
- CONCYTEC. (2002). *Proyectos de Investigación y Desarrollo Experimental*. Manual de Uso. <https://sites.google.com/a/concytec.gob.pe/manual->



Del Castillo, C. C. y Olivares, S. (2014). *Metodología de la investigación* (1.<sup>a</sup> ed.). Grupo Editorial Patria.

<https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/ereader/upnorte/39410?page=150>.

Delgado, V. (2016). *El impacto de la minería en el Perú, bajo la exégesis del análisis económico del derecho, periodo del 2010 al 2015* [tesis de Licenciatura, Universidad Peruana de las Américas]. Repositorio Institucional.

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6599774?show=full>

Díaz, J. N. (2014). *Coagulantes -floculantes orgánicos elaborados de plantas y de reciclaje de la chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas* [tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán]. Repositorio Institucional.

<https://www.cervantesvirtual.com/obra/coagulantes-floculantes-organicos-e-inorganicos-elaborados-de-plantas-y-del-reciclaje-de-la-chatarra-para-el-tratamiento-de-aguas-contaminadas/>

Díaz, V. (2020). *Tipos de encuestas y diseños de investigación*.

[http://www.unavarra.es/personal/vidaldiaz/pdf/tipos\\_encuestas.PDF](http://www.unavarra.es/personal/vidaldiaz/pdf/tipos_encuestas.PDF)

Environmental Law Alliance Worldwide. (2010). *Guía para evaluar EIAs de proyectos mineros*. Alianza Mundial de Derecho Ambiental.

<https://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Guia%20%20para%20Evaluar%20EIAs%20de%20Proyectos%20Mineros.pdf>

EsAgua. (2019). *Informe Uso sostenible del agua en la minería*. Red Esagua.

[https://www.esagua.es/wp-content/uploads/2019/12/Uso-sostenible-del-agua-en-la-miner%C3%ADa\\_Informe-red-EsAgua.pdf](https://www.esagua.es/wp-content/uploads/2019/12/Uso-sostenible-del-agua-en-la-miner%C3%ADa_Informe-red-EsAgua.pdf)

FLOWEN. (2020a). *Tratamiento de aguas ácidas mediante lodos de alta densidad hds.*

<https://flowen.com.pe/tratamiento-de-aguas-acidas-mediante-lodos-de-alta-densidad-hds/>

FLOWEN. (2020b). *Turbidez en el agua.* Equipo Flowen.

<https://flowen.com.pe/site/turbidez-en-el-agua/>

Gallardo-Martínez, D., Bruguera-Amarán, N., Díaz-Duque, J., Cabrera-Díaz, I. y Pons-

Herrera, J. (2015). Modelo de gestión ambiental integral para la actividad minero-metalúrgica en yacimientos sulfurosos de Santa Lucía, Pinar del Río. *Minería y Geología*, 35 (4), 441-463. <http://scielo.sld.cu/pdf/mg/v35n4/1993-8012-mg-35-04-441.pdf>

Gamonal, P. (2020). *Tratamiento de drenaje de ácidos de minas en humedales construidos.*

Repositorio de la Universidad Mayor de San Marcos.  
<http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/recursos/archivos/MineriaDesarrolloSostenible/MedioAmbiente/DAMhumedales.pdf>

García, S. (2013). *El concepto de ambiente en los libros de texto de ciencias naturales.*

Extra-Ordinaria.

[https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/3587/1/GarciaSismay\\_2013\\_conceptoambiental.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/3587/1/GarciaSismay_2013_conceptoambiental.pdf)

Guerrero, G. (2015). *Metodología de la investigación.* Grupo Editorial Patria.

<https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/ereader/upnorte/40363?page=59>.

Guillen-Rivas, J., Jaramillo-Cedeño, A. y Córdova-Mosquera, R. (2021). Estudio de los

procesos de remoción de hierro y manganeso en aguas subterráneas: una revisión.

*Polo del Conocimiento*, 6 (9), 1384 – 1407.

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3118>

- Guzmán, L., Villabona, A., Tejada, C. y García, R. (2013). Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: una revisión. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient*, 16 (1), 253-262. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n1/v16n1a29.pdf>
- Haberer, H. (2017). *Guía de manejo ambiental para minería no metálica*. Ministerio de Energía y Minas. <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/guias/guiamanejoambiental.pdf>
- Hadadi, A., Imessaoudene, A., Bollinger, J.-C., Assadi, A. A., Amrane, A., y Mouni, L. (2022). Comparison of Four Plant-Based Bio-Coagulants Performances against Alum and Ferric Chloride in the Turbidity Improvement of Bentonite Synthetic Water. *Water*, 14(20), N.PAG. <https://doi.org/10.3390/w14203324>
- Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica*. Paidotribio. <https://books.google.com.pe/books?id=bjJYAButFB4C&pg=PA176&dq=corte+transversal+metodolog%C3%ADa+de+investigacion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiY862w8oz0AhXmHbkGHRFKC1cQ6AF6BAgFEAI>
- Hernández, J., Lameda-Cuicas, E., Pire-Sierra, M., Molina-Quintero, L. y Pire-Sierre, M. (2016). Evaluación de un postratamiento fisicoquímico para la remoción de turbidez de efluentes de una tenería. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 2 (7), 50-65. <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/3557>
- Hernández, S. (2014). *Metodología de la Investigación* (6.a ed.). Mc Graw Hill Education. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

Herrera, J. y Castilla, J. (2012). *La actividad minera actual y sus vectores de desarrollo* (1.<sup>a</sup> ed.). Universidad Politécnica de Madrid.

<https://doi.org/10.20868/UPM.book.21842>

Hesketh, A., Broadhurst, J. y Harrison, S. (2010). Mitigating the generation of acid mine drainage from copper sulphide tailings impoundments in perpetuity: a case study for an integrated management strategy. *Minerals Engineering*, 23 (3), 225-229.

<https://doi.org/10.1016/j.mineng.2009.09.020>

HigieneAmbiental. (2018, 24 de diciembre). *¿Que nos dice la turbidez sobre la calidad del agua potable?* [https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/que-nos-dice-la-turbidez-sobre-la-calidad-del-agua-](https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/que-nos-dice-la-turbidez-sobre-la-calidad-del-agua-potable#:~:text=A%20mayor%20turbiedad%2C%20mayor%20particulado,el%20organismo%20diana%20a%20eliminar)

[potable#:~:text=A%20mayor%20turbiedad%2C%20mayor%20particulado,el%20organismo%20diana%20a%20eliminar](https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/que-nos-dice-la-turbidez-sobre-la-calidad-del-agua-potable#:~:text=A%20mayor%20turbiedad%2C%20mayor%20particulado,el%20organismo%20diana%20a%20eliminar)

Hyman, D. y Watzlaf, G. (1995). Mine drainage characterization for the successful design and evaluation of passive treatment systems. *17th Annual National Association of Abandoned Mine Lands Conference*, 1, 203-218.

<https://semspub.epa.gov/work/01/28635.pdf>

IAgua. (2020, 24 de septiembre). *Nuevos conceptos en la caracterización de agua residual industrial.* [https://www.iagua.es/blogs/mauricio-gil/nuevos-conceptos-](https://www.iagua.es/blogs/mauricio-gil/nuevos-conceptos-caracterizacion-agua-residual-industrial)

[caracterizacion-agua-residual-industrial](https://www.iagua.es/blogs/mauricio-gil/nuevos-conceptos-caracterizacion-agua-residual-industrial)

IAgua. (2022). *Gestión, tratamiento y reutilización de agua para el sector minero en Latinoamérica.* Connecting Waterpeople. [https://www.iagua.es/noticias/almar-](https://www.iagua.es/noticias/almar-water-solutions/gestion-tratamiento-y-reutilizacion-agua-sector-minero-latinoamerica)

[water-solutions/gestion-tratamiento-y-reutilizacion-agua-sector-minero-](https://www.iagua.es/noticias/almar-water-solutions/gestion-tratamiento-y-reutilizacion-agua-sector-minero-latinoamerica)  
latinoamerica

Icofesa. (2020). *Cloruro férrico al 40%*. <https://icofesa.com/producto.php?id=16765>

Induanalysis. (2019, 15 de mayo). *Turbidez.*

[https://www.induanalysis.com/publicacion/detalle/turbidez\\_28](https://www.induanalysis.com/publicacion/detalle/turbidez_28)

Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas (2021). *Actividad minera: exploración, producción y exportación.* República Dominicana.

<http://eitird.mem.gob.do/actividad-minera-exploracion-produccion-y-exportacion/>

Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (2021). *El Perú: Minería será uno de los sectores con mayor crecimiento del 2021.* <https://iimp.org.pe/raiz/peru:-mineria-sera-uno-de-los-sectores-con-mayor-crecimiento-en-el-2021>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Ica: Resultados definitivos.*

Gobierno Regional del Perú.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1545/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1545/)

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Perú Anuario de Estadísticas Ambientales.* INEI.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011). *Diseño de la muestra en proyectos de encuesta.* INEGI.

<https://books.google.com.pe/books?id=h77ODwAAQBAJ&printsec=frontcover&q=muestra+significado+investigacion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjoh9TxxkI30AhW-ELkGHXrGAAsQ6AF6BAgIEAI>

Instituto Nacional para Evaluación de la Educación. (2019). *Desarrollo de instrumentos de evaluación: pautas de observación* (1<sup>a</sup> ed.). Centro UC.

<https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/08/P2A356.pdf>

- Jiménez, K. C. (2018). *Reducción de DQO por tratamientos fisico-químicos de coagulación-floculación y electrocoagulación en aguas residuales* [tesis de titulación, Universidad de Las Américas]. Repositorio Institucional UDLA. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9284/1/UDLA-EC-TIAM-2018-20.pdf>
- Lazo, D. (2020). Acid mine drainage mitigation: A review. *Ingeniería Industrial* (039), 97-118. <https://orcid.org/0000-0003-1757-5444>
- Lenntech. (2020). *Turbidez*. <https://www.lenntech.es/turbidez.html>
- Loayza, R. (2015, 10 de octubre). *Extenso – Daños ambientales de la minería en el Perú: ¿qué hacer con ellos? III Conferencia académica*. <http://www.consortio.edu.pe/metas-bicentenario/descargar/mineria/>
- López, E., Adurive, O. y Baretino, D. (2002). Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina: estado actual y perspectivas de futuro. *Boletín Geológico y Minero*, 113 (1), 3-21. [https://info.igme.es/media/boletin/2002/113\\_1\\_2002/Articulo\\_1.pdf](https://info.igme.es/media/boletin/2002/113_1_2002/Articulo_1.pdf)
- Ly, M. (2009). *Perspectiva de la Biominería en el Perú*. [presentación de diapositivas]. [http://www.perubiotec.org/PDFs/15\\_M\\_Ly-Biomineria\\_en\\_Peru.pdf](http://www.perubiotec.org/PDFs/15_M_Ly-Biomineria_en_Peru.pdf)
- Mamami, W. (2018). *Caracterización y tratamiento de efluentes de aguas ácidas en la mina La Rinconada – Puno* [tesis de titulación, Universidad Nacional del Antiplano]. Repositorio Institucional UNAP. <http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/11993>
- Méndez, M., y Armienta, M. A. (2012). Distribución de Fe, Zn, Pb, Cu, Cd y As originada por residuos mineros y aguas residuales en un transecto del Río Taxco en Guerrero, México. *Revista mexicana de Ciencias Geológicas*, 19 (2), 450-462. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcg/v29n2/v29n2a12.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (2021). *Boletín Estadístico Minero*. Edición N° 08-2021. Dirección de Promoción Minera.

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2021/BEM%2008-2021.pdf>

Ministerio de Energía y Minas. (2021). *Perú: País Minero.*

[http://www.minem.gob.pe/\\_detalle.php?idSector=1&idTitular=159&idMenu=sub149&idCateg=159](http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=1&idTitular=159&idMenu=sub149&idCateg=159)

Ministerio del Ambiente. (2012). *Glosario de términos para la Gestión Ambiental Peruana.*

*Dirección General Políticas, Normas e Instrumentos de gestión Ambiental.* SINIA.  
<http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio: Agua y*

*Alimento. Ministerio del Ambiente.* <https://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-3.pdf>

Monroy, M. y Nava, N. (2018). *Metodología de la investigación* (1.<sup>a</sup> ed.). Éxodo.

<https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/ereader/upnorte/172512?page=2>.

Montoya, C., Loayza, D., Torres, P., Hernán, C. y Escobar, J. (2011). Efecto del incremento

en la turbiedad del agua cruda sobre la eficiencia de procesos convencionales de potabilización. *Revista EIA*, 16, 137-148.

<http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n16/n16a11.pdf>

MUQUI. (2019, agosto 1). *Derrame de relaves e incendio en planta de Marcona (Ica) de*

*Minera Shouxin.* Muqui Informa. <https://muqui.org/noticias/muqui-informa/derrame-de-relaves-e-incendio-en-planta-de-marcona-ica-de-minera-shouxin/>

Narrea, O. (2018). *La minería como motor de desarrollo económico para el cumplimiento*

*de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 8, 9, 12 y 17* (1.<sup>a</sup> ed). Consorcio de Investigación Económica y Social-CIES.

[https://www.up.edu.pe/egp/Documentos/agenda\\_2030\\_la\\_mineria\\_como\\_motor\\_de\\_desarrollo\\_economico\\_para\\_el\\_cumplimiento\\_de\\_los\\_ods\\_89\\_12\\_y\\_17.pdf](https://www.up.edu.pe/egp/Documentos/agenda_2030_la_mineria_como_motor_de_desarrollo_economico_para_el_cumplimiento_de_los_ods_89_12_y_17.pdf)

Negrete R. (2013). *Derechos, minería y conflictos. Aspectos normativos. En Minería en Colombia. Fundamentos para superar el modelo extractivista.* Contraloría General de la República. <https://foronacionalambiental.org.co/wp-content/uploads/2023/03/Mineria-en-Colombia-Vol-I.pdf>

Tamayo, J.; Salvador, J.; Vásquez, A. y Zurita, V. (2017). *La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país.* Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. [https://www.osinergmin.gob.pe/mineria/actividad\\_minera/clasificacion-minera-peru](https://www.osinergmin.gob.pe/mineria/actividad_minera/clasificacion-minera-peru)

Ortiz, S. (2011). *Impacto ambiental producido por los botaderos de desmonte y pads de lixiviación en la mina Santa Rosa de Puno* [tesis de maestría, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann- Tacna]. Repositorio Institucional UNJBG <https://repositorio.unjbg.edu.pe/items/a524c6dd-f8cd-482c-b8f7-f07a52d69b72>

OSINERGMIN. (2007). *Panorama de la Minería en el Perú.* [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Libro\\_Panorama\\_de\\_la\\_Mineria\\_en\\_el\\_Peru.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro_Panorama_de_la_Mineria_en_el_Peru.pdf)

Parada, F., Vergara, F. y Sánchez, M. (2018). Alternativas para el manejo de la polución de aguas ácidas subterráneas en la minería del cobre. *Revista de Medio Ambiente y Minería*, 5, 12-18. [http://www.scielo.org.bo/pdf/mamym/n5/n5\\_a02.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/mamym/n5/n5_a02.pdf)

Peirce, J. J, Weiner, R.F. y Vesilind, P.A. (2003). *Environmental Pollution and Control.* Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/environmental-pollution-and-control/vesilind/978-0-409-90272->



- ogia+de+la+investigacion+transversal&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj\_d\_r7r9oz0A  
hUzIbkGHf\_qA1UQ6AF6BAgCEAI
- RoyChowdhury, A., Sarkar, D y Datta, R. (2015). Remediation of Acid Mine  
DrainageImpacted Water. *Curr Pollution Rep*, 1, 131–141.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s40726-015-0011-3>
- Ruiz, E. (2015). *Aplicaciones de los equilibrios acido-base y complejación*.  
[https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/54115/mod\\_resource/content/1/TEMA\\_6.COA  
GUL-FLOCUL1x.pdf](https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/54115/mod_resource/content/1/TEMA_6.COA<br/>GUL-FLOCUL1x.pdf)
- Sakhi, D., Elmchaouri, A., Rakhila, Y., Abouri, M., Soubi, S., Hamdani, M. y Jade, A.  
(2020). Optimization of the treatment of a real textile wastewater by coagulation–  
flocculation processes using central composite design. *Desalination and Water  
Treatment*, 196, 33-40. <https://doi.org/10.5004/dwt.2020.25929>
- Sánchez, J. y Ferreira, J. (2016). Drenaje ácido de mina Alternativas de tratamiento. *Revista  
de medio ambiente y minería*, 1, 20-33.  
[http://www.scielo.org.bo/pdf/mamym/n1/n1\\_a03.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/mamym/n1/n1_a03.pdf)
- Senese, A., Negrelli, M. y Hidalgo, N. (2021). Predicción y estudio de drenaje ácido de mina  
sobre mineral de escombrera. *Revista Colombiana de Materiales*, 18, 3-20.  
<https://doi.org/10.17533/RCM/udea.rcm.n18a01>
- Sistema Nacional de Información Ambiental. (2019). *Reporte: Ica: estadísticas  
ambientales, diciembre 2019*. Ministerio del Ambiente.  
[https://sinia.minam.gob.pe/documentos/ica-estadisticas-ambientales-diciembre-  
2019](https://sinia.minam.gob.pe/documentos/ica-estadisticas-ambientales-diciembre-<br/>2019)
- Sistema Nacional de Información Ambiental. (2020). *Reporte: Ica: estadísticas  
ambientales, diciembre 2020*. Ministerio del Ambiente.  
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/ica-estadisticas-ambientales-junio-2020>

- Soloisolo, H. (2021). *Propuesta de tratamiento del drenaje ácido generado por la unidad Minera Arasi en la Microcuenca del Rio Llallimayo Puno – 2019* [tesis de titulación, Universidad Nacional del Antiplano]. Repositorio Institucional UNAP [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15441/Soloisolo\\_Cutipa\\_Hector.pdf?sequence=1](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15441/Soloisolo_Cutipa_Hector.pdf?sequence=1)
- Soporte Minitab. (2022). *Diseños factoriales y factoriales fraccionados*. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/statistical-modeling/doe/supporting-topics/factorial-and-screening-designs/factorial-and-fractional-factorial-designs/>
- SRK Consulting. (2022). *Aguas de Mina. Gestión de agua*. <https://www.srk.com/es/servicios/agua-de-la-mina>
- Striebig, B. (2005). Chemical Precipitation. In *Water Encyclopedia*, 586-589. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/047147844X.pc101>
- Stumm, W. y Morgan, J.J. (1962). Chemical aspects of coagulation. *J. Am Water Works Assoc*, 54 (8), 971- 994. <https://awwa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.1551-8833.1962.tb00922.x>
- Tafur, L. K. y Quevedo, R. K. (2014). *Alternativas para el tratamiento de aguas residuales cromadas con quitosano extraído del exoesqueleto de camarón* [tesis de titulación, Universidad de Tolima]. Repositorio Institucional UT. <https://repository.ut.edu.co/server/api/core/bitstreams/b218eef7-edba-4822-93dc-525e9e2e1c70/content>
- Trujillo, D., Duque, F. L., Arcilla, J. S., Rincón, A., Pacheco, S. y Herrera, O. (2014). Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. *Revista ION*, 27 (1), 17-34. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaion/article/view/4140>

Yanza-López, J., Rivera-Hernández, R., Gómez-Torres, L. y Zafra-Mejía, C. (2019).

Evaluación de  $FeCl_3$  y PAC para la potabilización de agua con alto contenido de color y baja turbiedad. *TecnoLógicas*, 22 (45), 9-21.

<http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v22n45/2256-5337-teclo-22-45-00011.pdf>

Zerbatto, M. G. (2012). *Coagulación optimizada en el tratamiento de potabilización de*

*agua: Su efecto sobre la remoción de enteroparásitos* [tesis de maestría, Universidad

Nacional del Litoral]. Repositorio Institucional UNL.

<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/461/tesis.pdf?sequence=1>

Zevallos, J. (2016). *Estabilización del drenaje ácido de mina (DAM) de la empresa Paraíso*

*Perdido Apata* [tesis de maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú].

Repositorio Institucional UNCP.

<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4587/Zevallos%20S.pdf?sequence=1>