

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Evaluación de parámetros fisicoquímicos de calidad del
agua superficial en distintos puntos de la región
Moquegua, 2025**

Rosangelica Fernanda Copa Cisneros

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2025

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Steve Dann Camargo Hinojosa
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 24 de junio de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Evaluación de parámetros fisicoquímicos de calidad del agua superficial en distintos puntos de la región Moquegua, 2025

Autor:

Rosangelica Fernanda Copa Cisneros – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|---|--|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☒ | NO ☐ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas: 10 | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional responde a la necesidad de fortalecer la vigilancia ambiental sobre cuerpos de agua superficial en zonas de influencia minera, específicamente en un proyecto ubicado en el departamento de Moquegua. Ante el riesgo de alteraciones fisicoquímicas producto de actividades antrópicas y factores climáticos, se evaluó sistemáticamente los parámetros clave de calidad del agua: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y caudal.

Esta solución se implementó mediante el diseño y ejecución de campañas de monitoreo diferenciadas por temporada climática, aplicando metodologías normadas (ISO 5667, POS 034-Rev36) y protocolos de cadena de custodia validados.

Durante la ejecución de 36 campañas entre 2019 y 2021, se intervinieron 50 estaciones estratégicamente distribuidas. Los resultados obtenidos fueron comparados con los Estándares de calidad ambiental para agua (ECA-Agua), lo cual permitió identificar estaciones con riesgo potencial, validar el cumplimiento normativo y formular recomendaciones de gestión ambiental. La información recolectada fue consolidada en una base de datos estructurada, diferenciada por época seca y húmeda, que facilitó el análisis multivariado y la generación de reportes técnicos automatizados. La propuesta ha generado valor al optimizar procedimientos, mejorar la trazabilidad de datos y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia.

En conclusión, este trabajo no solo representa una contribución técnica a la empresa, sino también un modelo replicable de monitoreo ambiental con enfoque preventivo y sostenibilidad operativa.

Palabras clave: calidad del agua, monitoreo ambiental, parámetros fisicoquímicos, minería, gestión hídrica.

ÍNDICE

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN EJECUTIVO	6
ÍNDICE	7
LISTA DE TABLAS	10
LISTA DE FIGURAS	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	14
1.1. DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN	14
1.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA	14
1.3. RESEÑA HISTÓRICA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA	16
1.3.1. Ubicación geográfica	17
1.4. ORGANIGRAMA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA	18
1.5. VISIÓN Y MISIÓN	19
1.5.1. Visión	19
1.5.2. Misión	19
1.6. BASES LEGALES O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS	19
1.7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE REALIZA LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	20
1.8. DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA	21
1.8.1. Cargo desempeñado	21
1.8.2. Responsabilidades del bachiller	22
CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	24

2.1.	ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	24
2.2.	IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE ACTIVIDAD PROFESIONAL	26
2.3.	OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	28
2.3.1.	Objetivo general	28
2.3.2.	Objetivos específicos	28
2.4.	JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	28
2.5.	RESULTADOS ESPERADOS	29
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO		31
3.1.	BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS	31
3.1.1.	Conceptos fundamentales	31
3.1.2.	Importancia del Monitoreo de la Calidad del Agua	32
3.1.3.	Parámetros Fisicoquímicos Evaluados	33
3.1.4.	Normativa y Regulaciones Ambientales	36
3.1.5.	Ingeniería ambiental y vigilancia de recursos hídricos	38
3.1.6.	Enfoques teóricos aplicados	39
3.1.7.	Métodos y Procedimientos de Monitoreo	40
3.1.8.	Impacto Ambiental y Gestión del Recurso Hídrico	41
CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES		44
4.1.	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	44
4.1.1.	Enfoque de las actividades profesionales	44
4.1.2.	Alcance de las actividades profesionales	45
4.1.3.	Entregables de las actividades profesionales	47
4.2.	ASPECTOS TECNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	50
4.2.1.	Metodologías	50
4.2.2.	Técnicas	51
4.2.3.	Instrumentos	52

4.2.4.	Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades	52
4.3.	EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	55
4.3.1.	Cronograma de actividades realizadas	55
4.3.2.	Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales	56
CAPÍTULO V: RESULTADOS		59
5.1.	RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	59
5.2.	LOGROS ALCANZADOS	61
5.3.	DIFICULTADES ENCONTRADAS	62
5.4.	PLANTEAMIENTO DE MEJORAS	64
5.4.1.	Metodologías propuestas	64
5.4.2.	Descripción de la implementación	65
5.5.	ANÁLISIS	66
5.6.	APORTE DEL BACHILLER EN EL EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN	68
CONCLUSIONES		70
RECOMENDACIONES		72
BIBLIOGRAFÍA		73
ANEXOS		78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Puntos de monitoreo de aguas superficiales	45
Tabla 2. Lista de entregables	49
Tabla 3. Resumen del cronograma operativo de monitoreo	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de ALS ls peru s.a.c., dirección legal	17
Figura 2. Organigrama	18
Figura 3. Flujograma de secuencia operativa de fases	57
Figura 4. Logros alcanzados durante la ejecución de las actividades profesionales	62
Figura 5. Cumplimiento de parámetros fisicoquímicos frente a los eca-agua	68

Estas normas complementan los estándares nacionales y pueden ser utilizadas como referencia en estudios técnicos sobre calidad del agua en el Perú.

3.1.4.3. Legislación peruana sobre gestión de recursos

La Ley de Recursos Hídricos/Ley N.º 29338 (3) es el marco normativo principal que regula la gestión del agua en el Perú. Esta ley establece principios y directrices para el uso sostenible del recurso hídrico, garantizando su conservación y disponibilidad para las generaciones futuras. Algunos de sus aspectos más relevantes incluyen lo siguiente:

- Reconocimiento del agua como un recurso patrimonial de la nación.
- Gestión integrada del recurso hídrico, asegurando su uso eficiente y equitativo.
- Regulación del aprovechamiento del agua, estableciendo permisos y derechos de uso.
- Protección de las fuentes de agua, promoviendo medidas para la conservación de ecosistemas hídricos.
- Monitoreo y fiscalización, a cargo de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), que supervisa el cumplimiento de las normativas y regula el acceso al recurso hídrico.

El cumplimiento de esta ley es fundamental para garantizar el acceso al agua en condiciones adecuadas, prevenir conflictos por su uso y promover una gestión sostenible en sectores como la agricultura, la minería y la industria.

3.1.5. Ingeniería ambiental y vigilancia de recursos hídricos

La ingeniería ambiental proporciona el marco técnico y metodológico para desarrollar procesos de monitoreo, análisis y control del agua. En contextos como la minería, su aplicación resulta clave para mantener el equilibrio entre desarrollo productivo y conservación ambiental (32).

3.1.5.1. Rol del ingeniero ambiental en el monitoreo de agua

El ingeniero ambiental planifica, ejecuta y supervisa actividades de monitoreo del recurso hídrico. Selecciona los puntos de muestreo, valida los procedimientos, interpreta resultados y redacta informes técnicos que orientan la gestión. Su intervención garantiza el cumplimiento normativo, la calidad de los datos y la trazabilidad de la información generada (32).

3.1.5.2. Enfoque preventivo y control de impactos

La prevención es un principio clave en la gestión ambiental. A través del monitoreo continuo, el ingeniero ambiental puede detectar desviaciones tempranas y activar medidas correctivas antes de que se generen daños mayores. Esta anticipación reduce riesgos operativos, conflictos sociales y responsabilidades legales (33).

3.1.5.3. Aplicación de la normativa ambiental en el sector hídrico

La normativa nacional, como los estándares de calidad ambiental para agua (ECA-Agua), establece valores máximos permisibles para distintos usos del agua. El ingeniero ambiental compara los resultados del monitoreo con estos estándares, identifica incumplimientos y propone acciones correctivas. Además, asegura que las actividades se ajusten a los marcos normativos sectoriales, como el D.S. N.º 040-2014-EM para minería (5).

3.1.6. Enfoques teóricos aplicados

El trabajo del ingeniero ambiental se basa en principios teóricos que orientan el análisis, la planificación y la gestión del recurso hídrico. Estos enfoques permiten interpretar el agua como parte de un sistema complejo e interdependiente, sujeto a influencias naturales y antrópicas (34).

3.1.6.1. Teoría de sistemas ambientales

Considera el ambiente como un sistema dinámico y conectado. En este enfoque, el agua se analiza en relación con otros componentes del sistema (suelo, atmósfera, biota), lo cual justifica un monitoreo integral que capture estas interacciones (35).

3.1.6.2. Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)

Este enfoque promueve el manejo coordinado del agua, suelo y ecosistemas relacionados. En la práctica profesional, se traduce en evaluaciones por temporada, priorización de zonas críticas y planificación territorial basada en evidencia técnica(36).

3.1.6.3. Modelo de gestión ambiental preventiva

Se basa en la anticipación de impactos, a través del monitoreo constante y la implementación de alertas tempranas. Su aplicación en el monitoreo de agua superficial permite activar respuestas inmediatas ante posibles contaminaciones (33).

3.1.6.4. Enfoque de sostenibilidad ambiental

Promueve el uso responsable de los recursos, asegurando su disponibilidad futura. En el contexto de la actividad profesional, este enfoque se refleja en el diseño de estrategias de monitoreo eficientes, el uso de tecnologías apropiadas y la generación de datos que respalden decisiones alineadas con la conservación ambiental (34).

3.1.7. Métodos y procedimientos de monitoreo

El monitoreo de la calidad del agua superficial es una herramienta fundamental dentro de la gestión ambiental, ya que permite conocer el estado actual del recurso hídrico, identificar riesgos de contaminación y tomar decisiones técnicas oportunas. Para asegurar la representatividad y confiabilidad de los datos obtenidos, es necesario aplicar metodologías estandarizadas durante las distintas etapas del proceso: muestreo, análisis y validación.

3.1.7.1. Técnicas de muestreo de agua superficial

Las técnicas de muestreo de agua superficial se clasifican en tres tipos principales:

- i. Muestreo puntual. Consiste en recolectar una muestra de agua en un momento y lugar específicos, proporcionando información sobre la calidad del agua en un instante determinado. Se usa en evaluaciones rápidas o para detectar eventos de contaminación específicos.
- ii. Muestreo compuesto. Se obtiene mediante la mezcla de varias muestras tomadas en diferentes momentos o lugares, permitiendo una evaluación más representativa de la calidad del agua en un período de tiempo determinado.
- iii. Muestreo integrado. Implica la recolección de muestras a lo largo de una corriente de agua o en distintas profundidades, proporcionando una visión más amplia de la calidad del agua en un área extensa.

La selección del tipo de muestreo depende de los objetivos del monitoreo, el tipo de fuente hídrica y las condiciones operativas del sitio.

3.1.7.2. Métodos de Análisis de pH, Conductividad, Sólidos y Caudal

El análisis de parámetros fisicoquímicos es esencial para evaluar el estado del agua y detectar variaciones asociadas a impactos naturales o antrópicos. Los principales parámetros analizados y sus métodos asociados incluyen los siguientes:

- pH. Se mide con un potenciómetro o medidor de pH digital, el cual debe calibrarse previamente con soluciones buffer de pH 4, 7 y 10.
- Conductividad eléctrica. Se determina con un conductímetro digital, equipo que mide la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica y refleja la cantidad de sales disueltas.
- Sólidos totales. Se analizan mediante filtración y evaporación en laboratorio, diferenciando sólidos suspendidos y disueltos.
- Caudal. Se mide con métodos como el molinete hidrométrico, el método volumétrico o sensores ultrasónicos, dependiendo del tipo de cuerpo de agua y la precisión requerida.

3.1.7.3. Validación de resultados y control de calidad

Para asegurar la confiabilidad de los resultados, se aplican procedimientos de control de calidad tanto en campo como en laboratorio. Entre ellos destacan los siguientes:

- Calibración periódica de equipos de medición.
- Análisis de duplicados y muestras ciegas para evaluar precisión.
- Ensayos interlaboratorio como mecanismo de verificación externa.
- Uso de patrones de referencia certificados.
- Aplicación estricta de protocolos de cadena de custodia y conservación de muestras.

Estas medidas garantizan la trazabilidad de los datos y su validez técnica, contribuyendo a la toma de decisiones ambientales basadas en evidencia.

3.1.8. Impacto ambiental y gestión del recurso hídrico

La información obtenida mediante el monitoreo de calidad del agua no solo tiene valor técnico, sino que constituye un insumo esencial para la gestión ambiental del recurso hídrico. Esta gestión incluye la identificación de impactos, la aplicación de estrategias de mitigación y la planificación de un uso sostenible del agua, especialmente en territorios expuestos a actividades de alto impacto como la minería.

3.1.8.1. Efectos de la Contaminación del Agua Superficial

Los impactos ambientales derivados de la contaminación del agua superficial pueden afectar tanto los ecosistemas acuáticos como la salud humana:

- i. **En ecosistemas.** La alteración de parámetros fisicoquímicos puede disminuir la biodiversidad, afectar la reproducción de especies y alterar los ciclos biológicos. El aumento de sólidos suspendidos reduce la penetración de la luz, afectando la fotosíntesis de organismos acuáticos.
- ii. **En la salud humana.** La presencia de metales pesados, compuestos químicos tóxicos o agentes patógenos puede generar enfermedades gastrointestinales, afecciones neurológicas o inmunológicas, especialmente en zonas donde el recurso es usado para consumo o riego

3.1.8.2. Estrategias de mitigación y tratamiento de aguas contaminadas

Ante la detección de contaminación, es posible aplicar distintas estrategias de tratamiento para reducir los efectos:

- **Tratamiento físico.** Sedimentación, cribado o filtración para eliminar sólidos suspendidos.
- **Tratamiento químico.** Uso de coagulantes, oxidación química o precipitación para remover compuestos específicos.
- **Tratamiento biológico.** Aplicación de microorganismos para degradar materia orgánica y contaminantes.
- **Control de fuentes.** Monitoreo continuo de vertimientos, implementación de barreras y aplicación de planes de contingencia ante eventos críticos.

Estas acciones permiten reducir la carga contaminante y recuperar la calidad del recurso hídrico afectado.

3.1.8.3. Planificación y gestión sostenible del recurso hídrico

La gestión sostenible del agua implica planificar su uso de forma responsable, garantizando su disponibilidad presente y futura. Algunas estrategias clave son las siguientes:

- i. **Gestión integrada del recurso hídrico (GIRH).** Enfoque que promueve la coordinación entre sectores y niveles de gobierno para administrar el agua de forma equitativa y sostenible.
- ii. **Uso eficiente del agua.** Incorporación de tecnologías de ahorro, reciclaje y reducción del consumo en procesos industriales y agrícolas.

- iii. **Protección de fuentes hídricas.** Conservación de ecosistemas, reforestación de cuencas y control de actividades que generen presión sobre las fuentes.
- iv. **Participación comunitaria.** Inclusión de actores sociales en procesos de toma de decisiones y gestión local del agua.

Estas estrategias refuerzan el vínculo entre el monitoreo ambiental y la gobernanza del recurso hídrico, promoviendo una gestión más equitativa y sustentable.