

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS

TESIS:

ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES
EN LA MICROCUENCA YANACOA-LA ENCAÑADA Y SU
INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUAS SUBTERRANEAS

Para optar el Grado Académico de

DOCTOR EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES

Presentada por:

M.Cs. WILVER MORALES CESPEDES

Asesor:

Dr. SEGUNDO REINALDO RODRÍGUEZ CRUZADO

Cajamarca, Perú

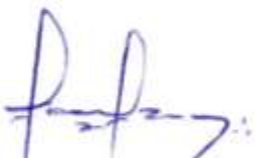
2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Wilver Morales Cespedes
DNI: 29542684
Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Doctorado en Ciencias.
Mención: Gestión Ambiental y Recursos Naturales.
2. Asesor: Dr. Segundo Reinaldo Rodriguez Cruzado
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☐ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☒ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA
MICROCUEENCA YANACOCOA-LA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES
Y AGUAS SUBTERRANEAS
6. Fecha de evaluación: **26/02/2026**
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 0%
9. Código Documento: **OID:::3117:566876784**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ **APROBADO** ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **12/03/2026**

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*


Dr. Segundo Reinaldo Rodriguez Cruzado
DNI: 26722961

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2026 by
WILVER MORALES CESPEDES
Todos los Derechos Reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES

Siendo las 15:40 horas, del día 26 de febrero del año dos mil veintiséis, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el Dr. NILTON EDUARDO DEZA ARROYO, Dr. EDIN EDGARDO ALVA PLASENCIA, Dr. JIMY FRANK OBLITAS CRUZ y en calidad de Asesor, el Dr. SEGUNDO REINALDO RODRÍGUEZ CRUZADO. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado y el Reglamento del Programa de Doctorado de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la SUSTENTACIÓN de la tesis titulada: **ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA - LA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS**; presentada por el Maestro en Ciencias de la Educación con mención en Docencia y Gestión Universitaria **WILVER MORALES CESPEDES**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de Diecisiete (17) la mencionada Tesis; en tal virtud, el Maestro en Ciencias de la Educación con mención en Docencia y Gestión Universitaria **WILVER MORALES CESPEDES**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **DOCTOR EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Mención **GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES**

Siendo las 16:30 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Dr. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado
Asesor

.....
Dr. Nilton Eduardo Deza Arroyo
Presidente Jurado Evaluador

.....
Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
Jurado Evaluador

.....
Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A mis seres queridos, mis abuelos Esteban y Naty, les ofrezco este trabajo, así como a mi madre y a mi esposa. También va para mis hijos Milagros, Naty, Glenny, Tommy y Alex, y para mis nietos Axel, Catalina, Meredith y Micaela, pues ellos han sido la razón y el impulso de esta etapa final de mi vida, brindándome el valor para cumplir lo propuesto a pesar de las dificultades, manteniendo siempre la vista en el destino, con mucha tenacidad y ánimo para alcanzar mis propósitos sin desfallecer en el intento.

También dedico a mis docentes, mi asesor el doctor Reinaldo Rodríguez, a mis compañeros de estudio y amigos que en el sendero de la vida nos hemos encontrado, porque cada uno de ustedes ha motivado mis sueños y anhelos para consolidar un mundo más humano y con igualdad de justicia, gracias a todos por recorrer este camino lleno de dificultades, pero al final siempre alcanzare lo planificado.

(WMC-2026).

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso, al niño San Salvador, por darme la oportunidad de alcanzar mi esfuerzo personal, por brindarme salud, sabiduría para lograr este objetivo.

A la Universidad Nacional de Cajamarca y la Escuela de Posgrado, por darme la posibilidad de egresar del doctorado para contribuir con la ciencia para el desarrollo del país y el planeta tierra con equilibrio entre los recursos naturales y la industria.
(WMC-2026).

ÍNDICE

	Pág
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE.....	vii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE PLANOS.....	xiv
LISTA DE ABREVIACIONES	xvii
RESUMEN	xix
ABSTRACT.....	xx

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL	3
1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS	3
1.3. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO	4
1.3.1. Hipótesis general.....	4
1.3.2. Hipótesis específicas.....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	5
1.5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	6
1.5.1. Objetivo general.....	6
1.5.2. Objetivos específicos.	6

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DEL ESTUDIO	7
2.1.1. Antecedentes internacionales	7
2.1.2. Antecedente nacional.....	7
2.1.3. Antecedentes regionales.....	8

	Pág
2.1.4. Antecedente local.....	9
2.2. BASES TEÓRICAS.....	10
2.2.1. Distribución del agua en la tierra.....	10
2.2.2. Ciclo hidrológico	11
2.2.3. Hidrología	12
2.2.4. Hidrogeología.....	13
2.2.5. El agua subterránea.....	14
2.2.6. Acuíferos	17
2.2.7. Relación entre las aguas subterráneas y superficiales	20
2.2.8. Índice de calidad de agua	22
2.2.9. Base legal para la aplicación de los índices de calidad del agua.	24
2.2.10. Límites máximos permisibles (LMP's).....	25
2.2.11. Calidad del agua de los recursos hídricos en el Perú estándares de calidad ambiental del agua (ECA).	26
2.3. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA	29
2.3.1. Coliformes totales y fecales.....	29
2.3.2. Medida del grado de acidez o alcalinidad del agua (pH).....	29
2.3.3. Demanda bioquímica de oxígeno 5.....	30
2.3.4. Nitratos.....	30
2.3.5. Fosfatos	31
2.3.6. Temperatura.	31
2.3.7. Turbidez	32
2.3.8. Sólidos disueltos totales (STD).	32
2.3.9. Oxígeno disuelto (OD).	33
2.4. MARCO CONCEPTUAL	34
2.4.1. Descripción del método para determinar el ICA-NSF.....	34
2.4.2. Definición de la zona de estudio	34
2.4.3. Información base necesaria	34
2.4.4. Cálculo del índice de calidad de agua (ICA-NSF)	35
2.4.5. Procedimiento para el cálculo del índice de calidad de agua (ICA-PE).....	42

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

Pág

3.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO	46
3.1.1.Ubicación política	46
3.1.2. Ubicación hidrográfica	46
3.1.3.Ubicación geográfica	50
3.1.4.Accesibilidad.....	50
3.1.5.Población.....	51
3.1.6.Clima y meteorología.....	51
3.1.7.Geología	54
3.1.8. Unidades morfológicas	56
3.1.9.Hidrología	60
3.1.10.Hidrogeología.....	60
3.2. UNIDADES DE ANALISIS	61
3.2.1.Muestra	62
3.2.2.Temporadas de muestreo.....	63
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	64
3.3.1. Técnica de recolección de datos.....	64
3.3.2.Identificación de puntos de monitoreo.....	64
3.3.3.Procedimiento de muestreo	66
3.3.4.Método de toma de las muestras.....	67
3.3.5.Envases de las muestras.	67
3.3.6.Toma y conservación de muestras.....	67
3.3.7. Análisis de resultados de laboratorio	68
3.3.8.Procesamiento y análisis de datos cálculo del (ICA – NSF).	68
3.3.9.Equipos y materiales	68
3.4. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	69

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

Pág

4.1. RESULTADOS	71
------------------------------	-----------

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	106
--------------------------------	------------

CAPITULO VI
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. ALBUM FOTOGRAFICO	115
7.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA (M1, H-S AL M7, H-S).....	127
7.3. DECRETO SUPREMO DEL ECA-2017 MINEM.....	170

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Límites máximos permisibles para calidad de agua</i>	25
Tabla 2 <i>Resumen de categorías de estándar nacional de calidad ambiental de agua (ECA)</i>	28
Tabla 3 <i>Parámetros usados en el ICA - NSF</i>	36
Tabla 4 <i>Factor de ponderación de los parámetros en el método ICA-NSF</i>	37
Tabla 5 <i>Escala cualitativa de clasificación del ICA-NSF</i>	42
Tabla 6 <i>Interpretación de la calificación ICA- PE</i>	45
Tabla 7 <i>Ubicación de la microcuenca Yanacocha-La Encañada</i>	46
Tabla 8 <i>Ruta de acceso a la zona de estudio</i>	50
Tabla 9 <i>Clasificación de las unidades hidrográficas</i>	57
Tabla 10 <i>Estaciones de muestreo en la microcuenca Yanacocha-La Encañada</i>	65
Tabla 11 <i>Ficha técnica de muestreo de agua para indicar el Índice de calidad de Agua</i> <i>ICA-NSF</i>	70
Tabla 12 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF, M1-H, Laguna Yanacocha</i>	89
Tabla 13 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF , M1-S, Laguna Yanacocha</i>	90
Tabla 14 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF, M2-H, filtraciones de Laguna Yanacocha</i>	91
Tabla 15 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF , M2-S, filtraciones de Laguna Yanacocha</i>	92
Tabla 16 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF , M3-H, Quebrada Llipia</i>	93
Tabla 17 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF , M3-S, Quebrada Llipia</i>	94
Tabla 18 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF , M4-H, Quebrada Chupicarria</i>	95
Tabla 19 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF , M4-S, Quebrada Chupicarria</i>	96
Tabla 20 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF , M5-H, filtraciones de agua subterránea</i>	97
Tabla 21 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF, M5-S, filtraciones de agua subterránea</i>	98

	Pág
Tabla 22 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF, M6-H, microcuenca baja (Puente Pedregal)</i>	99
Tabla 23 <i>Índice de Calidad de Agua ICA- NSF, M6-S, microcuenca baja (Puente Pedregal)...</i>	100
Tabla 24 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF, M7-H, manantial de agua subterránea</i>	101
Tabla 25 <i>Índice de calidad de agua ICA- NSF, M7-S, manantial de agua subterránea.</i>	102

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Distribución del agua en la tierra.</i>	11
Figura 2 <i>Ciclo hidrológico.</i>	12
Figura 3 <i>Formaciones geológicas frente al agua.</i>	14
Figura 4 <i>Distribución vertical del agua subterránea</i>	15
Figura 5 <i>Distribución de las aguas subterráneas</i>	16
Figura 6 <i>Comportamiento de pozos en acuíferos libres y acuíferos confinados.</i>	18
Figura 7 <i>Tipos de acuíferos en función de la porosidad.</i>	19
Figura 8 <i>Efluentes o ríos ganadores e influentes o ríos perdedores.</i>	22
Figura 9 <i>Valoración de la calidad de agua en función de coliformes fecales</i>	37
Figura 10 <i>Valoración de la calidad de agua en función del pH.</i>	38
Figura 11 <i>Valoración de la calidad de agua en función de la DBO5.</i>	38
Figura 12 <i>Valoración de la calidad de agua en función del nitrato</i>	39
Figura 13 <i>Valoración de la calidad de agua en función del fosfato</i>	39
Figura 14 <i>Valoración de la calidad de agua en función del cambio de temperatura.</i>	40
Figura 15 <i>Valoración de la calidad de agua en función de la turbidez.</i>	40
Figura 16 <i>Valoración de la calidad de agua en función de los sólidos disueltos totales.</i>	41
Figura 17 <i>Valoración de la calidad de agua en función del % de saturación del oxígeno disuelto.</i>	41
Figura 18 <i>Información base necesaria para la determinación del ICA.-PE</i>	43
Figura 19: <i>Temperatura máxima y mínima promedio en La Encañada Marzo - 2023</i>	52
Figura 20 <i>Temperatura máxima y mínima promedio en La Encañada Junio - 2024.</i>	52
Figura 21 <i>Promedio mensual de la lluvia en La Encañada Marzo - 2023.</i>	53

	Pág
Figura 22 Promedio mensual de la lluvia en Cajamarca Junio - 2024.	53
Figura 23 Resultados de muestreo de agua para indicar el índice de calidad de agua ICA- NSF.....	76
Figura 24 Variación del pH en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.	77
Figura 25 Variación de la temperatura en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.	78
Figura 26 Evaluación de oxígeno disuelto en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.	79
Figura 27 Evaluación de los sólidos totales disueltos en las 7 Estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.	81
Figura 28 Evaluación de la turbidez en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.	82
Figura 29 Evaluación del fósforo en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.	83
Figura 30 Evaluación del nitrato en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.	84
Figura 31 Evaluación de coliformes fecales en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.	85
Figura 32 Evaluación de la demanda bioquímica de oxígeno en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.....	86

Figura 33 Comparación de los resultados en la estación M1 en las dos épocas (H) y (S), en la Laguna Yanacocha ubicada en la cabecera de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.	91
Figura 34 Comparación de los resultados en la estación M2 en las dos épocas (H) y (S), en las filtraciones de Laguna Yanacocha ubicada de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.	93
Figura 35 Comparación de los resultados en la estación M3 en las dos épocas (H) y (S), en la Quebrada Llipia, ubicada en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada	95
Figura 36 Comparación de los resultados en la estación M4 en las dos épocas (H) y (S), en la Quebrada Chupicarria, ubicada en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada	97
Figura 37 Comparación de los resultados en la estación M5 en las dos épocas (H) y (S), en la parte baja de la microcuenca, ubicada en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.	99
Figura 38 Comparación de los resultados en la estación M6 en las dos épocas (H) y (S), en la parte baja de la Microcuenca, ubicada en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada	101
Figura 39 Comparación de los resultados en la estación M7 en las dos épocas (H) y (S), en manantial de agua subterránea, ubicada en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada	102
Figura 40 Análisis de comparación de los resultados en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada analizados por la metodología de ICA-NSF.	103
Figura 41 Análisis de comparación de los resultados en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada analizados por la metodología de ICA-PE.	104

LISTA DE PLANOS

	Pág
Plano 1 <i>Ubicación Política</i>	47
Plano 2 <i>Ubicación Hidrográfica</i>	48
Plano 3 <i>Hidrológico</i>	49
Plano 4 <i>Geológico Estructural</i>	55
Plano 5 <i>Pendientes</i>	59
Plano 6 <i>Zonificación del ICA Época Húmeda (H)</i>	72
Plano 7 <i>Zonificación del ICA Época Seca (S)</i>	73
Plano 8 <i>Zonificación del ICA Promedio en las 2 Época Seca (S) y (H)</i>	74

LISTA DE ABREVIACIONES

ANA	:	Autoridad Nacional del Agua.
Ce	:	Conductividad Eléctrica
CORPONOR	:	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (Colombia)
DBO	:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DIGESA	:	Dirección General de Salud
DS	:	Decreto Supremo
ECA	:	Estándar de Calidad Ambiental
ECA -agua	:	Estándar de Calidad Ambiental para Agua
Fm	:	Formación
FONAM	:	Fondo Nacional del Ambiente
Gpo	:	Grupo
ICA	:	Índice de Calidad del Agua.
IDEAM	:	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
INGEMMET	:	Instituto Geológico Minero Metalúrgico
l/s	:	Litros / segundo
LMP	:	Límite Máximo Permisible
Ma	:	Millones de años
Mbar	:	Milibar
MINAM	:	Ministerio de Ambiente
MINEM	:	Ministerio de Energía y Minas
MΩ-cm	:	Resistividad
NSF	:	Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos
NF	:	Nivel Freático
NPz	:	Nivel Piezométrico
O.M.S	:	Organización Mundial de la Salud
O.P.S	:	Organización Panamericana de la salud
OD	:	Oxígeno Disuelto
ORP	:	Potencial de Oxidación - Reducción

pH	:	Potencial de Hidrógeno
patm	:	Presión Atmosférica
ppm	:	Partes por Millón
Qda	:	Quebrada
RPAM	:	Riesgo de Pasivo Ambiental Minero
SEIA	:	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SIG	:	Sistema de Información Geográfica.
STD	:	Sólidos Totales Disueltos.
T°	:	Temperatura
T° A (H)	:	Temperatura Ambiente Húmedo
T° A (S)	:	Temperatura Ambiente Seco
TDS	:	Sólidos Disueltos Totales
TSS	:	Sólidos Totales en Suspensión
UNT	:	Unidades de Turbidez Nefelométricas
UTM	:	Unidad Técnica de Medida (Universal Transverse Mercator)
Cc:	:	Comunidad Campesina

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo definir la zonificación según la calidad de las aguas superficiales en la microcuenca Yanacocha la Encañada y su influencia en los manantiales y aguas subterráneas. Los objetivos específicos incluyeron la zonificación de la microcuenca mediante el Índice de Calidad del Agua de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF), desarrollar un plan de monitoreo en dos épocas hidrológicas contrastantes (húmeda y estiaje), calcular el ICA-NSF en los distintos puntos de muestreo estratégicos zona alta, media, baja de la microcuenca y determinar la relación entre la calidad del agua superficial y la de los manantiales, considerando la influencia de las actividades humanas y agropecuarias. La investigación fue de tipo descriptiva - correlacional, con diseño mixto (cualitativo – cuantitativo) y enfoque comparativo temporal, aplicándose el método predictivo, para integrar los resultados físicoquímicos y microbiológicos. La técnica principal fue el monitoreo de la calidad del agua, realizándose muestreos en siete estaciones durante la época húmeda (marzo de 2023) y la época de estiaje (junio de 2024); las muestras fueron analizadas en laboratorio para nueve parámetros: temperatura, turbidez, sólidos disueltos totales, pH, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto y coliformes fecales. El procesamiento de datos incluyó el cálculo del ICA-NSF y la comparación de los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua y los Límites Máximos Permisibles, permitiendo obtener una zonificación integral de la microcuenca y evidenciar una calidad promedio “buena”, con variaciones espaciales y estacionales asociadas a la dinámica hidrológica y a la presión antrópica.

Palabras clave: Índices de Calidad del Agua, Parámetros Físico Químicos y Microbiológicos, Zonificación, Clasificación ICA-NSF, Monitoreo.

ABSTRACT

The present research had as objective the zoning according to the quality of surface waters in the Yanacocha-La Encañada micro-basin and its influence on springs and groundwater. The specific objectives included zoning the micro-basin using the Water Quality Index of the National Sanitation Foundation (ICA-NSF), developing a monitoring plan for two contrasting hydrological periods (wet and dry seasons), calculating the ICA-NSF at strategic sampling points in the upper, middle, and lower zones of the micro-basin, and determining the relation between surface water quality and that of the springs, considering the influence of human and agricultural activities. The study was descriptive-correlational, with a mixed design (qualitative–quantitative) and a comparative temporal approach, applying a predictive method to integrate physicochemical and microbiological results. The main technique was water quality monitoring, with samples collected at seven stations during the wet season (March 2023) and the dry season (June 2024). The samples were analyzed in the laboratory for nine parameters: temperature, turbidity, total dissolved solids, pH, biochemical oxygen demand, nitrates, phosphates, dissolved oxygen, and fecal coliforms. Data processing included the calculation of the ICA-NSF and comparison of the results with Environmental Water Quality Standards and Maximum Permissible Limits, allowing for comprehensive zoning of the micro-basin and revealing an overall “good” water quality, with spatial and seasonal variations associated with hydrological dynamics and anthropogenic pressure

Keywords: Water Quality Indices, Physico-Chemical and Microbiological Parameters, Zoning, ICA-NSF Classification, Monitoring.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso natural renovable más crucial de la Tierra, debido a su importancia para el progreso social, económico y medioambiental en todas las sociedades. Sin embargo, está siendo afectada por la creciente escasez provocada por el incremento de la población, de las actividades pecuarias e industriales, lo que ha ocasionado una competencia por el uso limitado de agua dulce vulnerable y finita de alta calidad. La calidad del agua de los ríos se ve afectada sobre todo por el empleo de estos como receptores de los desechos producidos en las áreas industriales, pobladas, agropecuarias y escurrientías superficiales. Estas zonas están caracterizadas por la erosión desde las partes altas hasta las bajas de sus unidades hidrográficas.

Elementos que limitan, como el empleo y las clases de actividades productivas, que junto a los vacíos legales originan enfrentamientos sociales, económicos y medioambientales, tienen consecuencias como la competencia por la disponibilidad en términos espaciales y temporales del suministro de agua o el daño de las condiciones biológicas y fisicoquímicas del agua. Esto nos posibilita plantear la pregunta: ¿En la zona de estudio, existe una zonificación en función de la calidad de las aguas superficiales en la microcuenca Yanacocha - Encañada y su influencia sobre los manantiales y las aguas subterráneas?

Por lo tanto, principal objetivo es establecer la zonificación de acuerdo con la calidad de las aguas superficiales en la microcuenca Yanacocha - Encañada, tomando como base los parámetros fisicoquímicos que determinan dicha calidad para su uso con fines de planificación y gestión hídrica. Además, se busca identificar las áreas con condiciones hídricas óptimas que no excedan los límites máximos permitidos para el consumo doméstico, agropecuario e industrial. También se examinaron los resultados fisicoquímicos obtenidos en dos períodos distintos: durante el mes de marzo del 2023, que corresponde a la época lluviosa más frecuente, y en junio del 2024, que representa un período seco o estiaje. En conjunto, los estudios posibilitaron la evaluación y equiparación de los valores actuales recolectados en campo sobre la calidad del agua en dicha microcuenca.

En La Encañada, Departamento de Cajamarca, es meritorio realizar en las aguas un monitoreo de calidad en microcuencas y subcuencas hidrográficas, debido a que la génesis de la mayoría de yacimientos mineros se encuentran en cabecera de cuencas hidrográficas y están generalmente asociadas a lagunas y pantanos que son los principales reguladores hídricos, el agua al infiltrarse al subsuelo es atrapada por los acuíferos, que estos a su vez da origen a manantiales de aguas subterráneas y son aportantes de agua a los ríos y quebradas denominados: ríos ganadores o efluentes, característico en la zona de estudio, sus aguas finalmente son aprovechados por los comuneros principalmente para actividades agropecuarias. Es preocupante la alta vulnerabilidad a la polución de la microcuenca Yanacocha-La Encañada, resultado de las actividades antrópicas y agropecuarias.

El proceso de valoración de la calidad del agua involucra evaluar sus características fisicoquímicas, biológicas y el comportamiento del agua en diferentes épocas tales como de lluvia o húmedo, para comparar con época de estiaje o seco en su estado natural. Para dicho fin existen una gran variedad de métodos para analizar el Índice de Calidad del Agua, tales como el Icatet v1, ICA-NSF (en sus dos metodologías el aritmético y el geométrico), el ICA-PE entre otros.

El Índice de Calidad del Agua (ICA) representa el grado de contaminación presente en el agua en el momento en que se realiza el muestreo, expresándose como un porcentaje que indica cuán pura o contaminada está. Así, un ICA cercano o igual a 0 corresponde a aguas muy contaminadas, mientras que valores próximos al 100 reflejan condiciones óptimas. Este índice, propuesto por Brown en 1970, es una adaptación del "WQI" creado por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos, que desarrolló un sistema estándar conocido como Water Quality Index (WQI) o Índice de Calidad del Agua (ICA) en español, diseñado para comparar la calidad de ríos en diferentes contextos ecológicos.

En este estudio, se decidió utilizar el ICA-NSF, un índice utilizado de manera extendida en países latinoamericanos entre todos los índices de calidad del agua existentes. Esto se debe a su habilidad para ofrecer una medida integrada del estado de varios parámetros del agua, tanto físicos como químicos y biológicos. También se eligió la clasificación estándar porque el agua presenta propiedades visuales de condiciones óptimas durante el muestreo en las diferentes

estaciones. Este índice posibilita la categorización de la calidad del agua, desde muy buena hasta muy mala, lo que facilita la identificación de problemas de contaminación y la toma de decisiones en el manejo de recursos hídricos, siendo generalmente utilizado en ríos. Puede usarse para examinar las fluctuaciones de la calidad a través de diferentes secciones de un mismo río, y también para contrastarla con la calidad del agua de ríos diversos en diferentes partes del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no. Para la determinación del “ICA-NSF, intervienen 9 parámetros, los cuales son: “Coliformes fecales (en NMP/100mL), pH (en unidad de pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/L), Nitratos (NO_3^- en mg/L), Fosfatos (PO_4^{3-} en mg/L), temperatura ($^{\circ}C$), turbidez (NTU), Sólidos Disueltos Totales (SDT en mg/L), Oxígeno Disuelto (% saturación)”.

El agua de la microcuenca Yanacocha-La Encañada desemboca al río Grande de la subcuenca Chonta y finalmente a la cuenca del Crisnejas. A partir de esta evaluación, se deben tomar decisiones dentro del plan de manejo ambiental para mejorar y conservar la calidad del agua de la microcuenca Yanacocha-La Encañada, Además, es esencial que la sociedad esté informada sobre si las aguas de la Microcuenca Yanacocha-La Encañada representan un riesgo para la salud pública.

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera la zonificación según la calidad de las aguas superficiales en la microcuenca Yanacocha-La Encañada y su influencia en los manantiales y aguas subterráneas varia la calidad del agua?

1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS

En la identificación de problemas específicos del presente trabajo, se plantearon las siguientes interrogantes específicas:

- ¿Cómo se puede zonificar la microcuenca Yanacocha-Encañada según sus características de calidad hídrica en las distintas zonas de la microcuenca Yanacocha-La Encañada al ser evaluadas mediante el Índice de Calidad del Agua (ICA) de la NSF?

- ¿Cómo diseñar e implementar un Plan de Monitoreo efectivo que identifique y controle la calidad del agua en la Microcuenca Yanacocha-La Encañada, durante las épocas húmeda y de estiaje, ¿para asegurar su uso adecuado?
- ¿Cuál es la calidad del agua en la Microcuenca Yanacocha-La Encañada, y cuál es el Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF) en sus diferentes puntos de muestreo?
- ¿Cuál es la relación entre la calidad del agua superficial y la de los manantiales en la cuenca Yanacocha- ¿Encañada, y cómo estas se ven afectadas por las actividades humanas y agropecuarias en la zona de estudio?

1.3. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

1.3.1. Hipótesis general

La Zonificación de la calidad del agua mediante el Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) permitirá zonificar la microcuenca Yanacocha-Encañada e identificar una degradación diferenciada entre las aguas superficiales y los manantiales, influenciada por la estacionalidad (húmeda/estiaje) durante el 2023 y 2024.

1.3.2. Hipótesis específicas

La aplicación del ICA-NSF permitirá estratificar la microcuenca en zonas de calidad buena, regular y mala, estableciendo un gradiente donde las zonas con actividades antrópicas presentan un mayor deterioro debido a la acumulación de contaminantes provenientes de las partes media y alta de la microcuenca Yanacocha Encañada.

El índice de calidad del agua (ICA) evaluados mediante Estándares de Calidad Ambiental nacionales (ECA) D.S. 004- 2017-MINAM y de los Límites Máximos Permisibles (LMP) del agua según, D.S. 031-2010-SA indican el nivel de la calidad de agua si es apta o no para consumo humano. En la microcuenca en estudio.

El diseño de un Plan de Monitoreo basado en la variabilidad estacional épocas húmedas (H) y seca (S) y puntos críticos de control permitirá identificar fluctuaciones significativas en los

parámetros físico-químicos, facilitando la toma de decisiones para asegurar el uso adecuado del recurso hídrico

El estado de la calidad del agua en la microcuenca presenta variaciones espaciales y temporales, donde los valores calculados a través del ICA-NSF tienden a disminuir (menor calidad) durante la época de estiaje debido a la menor capacidad de dilución de los cuerpos de agua.

Se aplicará el Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) para determinar el estado ambiental de la microcuenca. Los resultados obtenidos serán contrastados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM y los Límites Máximos Permisibles (LMP) del D.S. N° 031-2010-SA, con el fin de determinar si el recurso hídrico es apto para el consumo humano y otros usos en el área de estudio

Existe una correlación estructural, litológica entre las aguas superficiales y los manantiales que provienen de acuíferos fisurados que por su génesis son vulnerables a la contaminación y el deterioro la calidad del agua; se espera que las aguas superficiales presenten una mayor vulnerabilidad a la contaminación por coliformes y nitratos en comparación con los manantiales, debido a la exposición directa a vertidos y escorrentía

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La zonificación según el Índice de Calidad de las aguas en las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrográficas es importante porque permite identificar y proteger las áreas que son esenciales para el cuidado de los recursos hídricos. Esto incluye el control de la contaminación, la gestión sostenible del uso del agua y la mejora de la salud de los ecosistemas acuáticos.

Con una zonificación adecuada de la calidad de las aguas, se pueden implementar intervenciones que reduzcan el volumen y la velocidad de la escorrentía, lo que ayudaría a mantener la calidad del agua y planificar el uso del terreno de manera efectiva.

En la cabecera de la microcuenca Yanacocha-La Encañada se ubica la Laguna Yanacocha un recurso hídrico importante para la comunidad campesina de la Encañada y sus principales sectores que utilizan para abastecer de agua principalmente para la agricultura y la

ganadería, existe la imperante necesidad, para represar y almacenar agua de la laguna Yanacocha para gestionar adecuadamente los recursos hídricos, especialmente en áreas con alta filtración. Al impermeabilizar superficies de cuencas y microcuencas, se busca aumentar el volumen útil de agua en reservorios y así asegurar la disponibilidad del recurso frente a los retos del cambio climático y la variabilidad en la oferta de agua. Esto también permite un manejo eficiente del agua para usos agrícolas, urbanos y conservación del medio ambiente.

La presente investigación constituye un respaldo técnico fundamental para que las entidades responsables, tales como la Autoridad Nacional del Agua, el Ministerio de Salud y el Ministerio del Ambiente, puedan tomar decisiones informadas. Además, busca fomentar una cultura de protección medioambiental orientada a la preservación de los ecosistemas acuáticos y facilitar la adopción de medidas técnicas que optimicen el uso y gestión del recurso hídrico en la zona de estudio.

1.5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.5.1. Objetivo general

Definir la zonificación según la Calidad de las Aguas superficiales en la microcuenca Yanacocha-La Encañada y su influencia en los manantiales y aguas subterráneas.

1.5.2. Objetivos específicos.

Zonificar la microcuenca Yanacocha-La Encañada para evaluar la calidad de sus aguas mediante el Índice de Calidad del Agua de la National Sanitation Foundation (ICA NSF)

Desarrollar un Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua en dos épocas hidrológicamente marcadas (húmeda y de estiaje) en la Microcuenca Yanacocha-La Encañada.

Calcular el Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF) en la Microcuenca Yanacocha-La Encañada

Determinar la relación entre la calidad del agua superficial y la calidad de los manantiales en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, para evaluar el impacto de las actividades humanas y agropecuarias durante la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DEL ESTUDIO

2.1.1. Antecedentes internacionales

Fernández (2021), en su investigación sobre: “**Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICA sup) en el río Cabaña, Moa-Cuba**”; determina que la calidad de las aguas superficiales se ve perjudicada por el vertido de desechos industriales y domésticos, los cuales modifican sus características bacteriológicas, físicas y químicas, lo que las hace no aptas para el consumo. Esta investigación consistió en medir la calidad del agua del río Cabaña (Moa, Holguín) usando el Índice de Calidad del Agua Superficial (ICA sup), que fue sugerido por Montoya y Contreras. Con el propósito de estudiar la composición bacteriológica y físico-química del agua, se recogieron muestras en 20 puntos de muestreo durante los años 2017 y 2018, tanto en época seca como lluviosa. Se calculó un ICA para cada punto y fecha de muestreo. Los resultados demuestran que la calidad del agua disminuye en el mismo sentido en que el río recorre su trayectoria desde la zona alta hasta la zona baja de la subcuenca. Se comprueba, además, que gran parte de la carga contaminante del río proviene de residuales industriales, desechos domésticos y descargas de albañales, que por su magnitud provocan la disminución de la capacidad de autodepuración del río.

2.1.2. Antecedente nacional

Misari (2023) llevó a cabo el estudio titulado: “**Determinación de la calidad de agua del humedal laguna de Tragadero, contaminado por el vertimiento de aguas residuales domésticas en la provincia de Jauja-2022**”. Este trabajo se realizó en la provincia de Jauja durante el año 2022 y utilizó el Índice de Calidad del Agua de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF) para analizar el estado del agua en el humedal Laguna de Tragadero, el cual se encuentra afectado por el vertido de aguas residuales domésticas. La investigación es de tipo descriptivo, con un diseño longitudinal y no experimental, ya que no hubo manipulación de variables; el investigador únicamente observó y analizó los fenómenos tal como ocurrieron en la realidad. El carácter longitudinal se debe a que se tomaron muestras de agua en dos periodos

distintos: en época de estiaje y durante la temporada de avenida. El resultado arrojó un valor de 45,98 en el ICA-NSF, lo que indica una calidad del agua calificada como mala. Se concluye que el deterioro de este humedal se debe principalmente al vertimiento de aguas residuales provenientes de la planta de tratamiento del distrito de Acolla, al uso de fertilizantes en los campos aledaños y al sobrepastoreo, factores que contribuyen a la degradación del entorno acuático.

2.1.3. Antecedentes regionales

Azabache (2018), en su investigación: “**Determinación Ecológica del Agua de los Ríos Porcón, Grande y Mashcón – Cajamarca**”; se enfoca en establecer la calidad ecológica del agua de los ríos Mashcón, Porcón y Grande, ubicados en la zona de Cajamarca. Se realizó la investigación en cinco estaciones de muestreo y se considera un aporte relevante para el análisis de recursos naturales y la administración medioambiental en la región. En función de la Macrofauna Bentónica como Bioindicador; concluye que al evaluar pH, descarga, turbiedad, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica en 5 estaciones muestrales en los tres ríos, la calidad ecológica de las aguas, según la calidad ambiental a través de los parámetros físico- químicos de acuerdo a los Estándares de Calidad (ECA) del MINAM y la calidad biológica a través de los índices bióticos y de diversidad de acuerdo al índice multimétrico IMEERA el río Grande muestra un valor de bueno a excelente, el río Mashcón de regular calidad, y de regular a pésima calidad para el río Porcón, calificando la calidad ecológica de las aguas dentro de la categoría A3 utilizadas para agricultura y pecuaria según los Estándares ECA del MINAM. Además, identificó nichos Colectores-recolectores, Depredadores, Trepadores, Fijadores, Trituradores, Raspadores y Filtradores, de acuerdo con su importancia. Los Colectores-recolectores, representados por efemerópteros, dípteros y otros que dominaron durante los periodos de sequía en los ríos Porcón y Grande, pero no en el río Mashcón, los Depredadores dominaron durante los periodos de lluvia en los ríos Porcón y Grande a excepción del río Mashcón.

Quispe (2019), en su investigación: “**Evaluación de Pasivos Ambientales Mineros en Mesa de Plata Río Hualgayoc – Cajamarca**”; se centra en el análisis de los pasivos ambientales mineros en la zona de Mesa de Plata, situada en la región del río Hualgayoc, Cajamarca. Trata acerca de las repercusiones medioambientales que se originan a partir de actividades mineras en

ese sector. Esta evaluación la llevó a cabo en siete puntos estratégicos utilizando mapas, formatos, tablas estadísticas y fichas. Estableciendo que los componentes que constituyen los PAM's son sólidos y aguas ácidas con un volumen de 1,000,000 m³ aproximadamente, siendo un 25 % del área total de la microcuenca de 740,000 m², estas aguas ácidas son producto de los pasivos ambientales por la actividad minera y para su evaluación elaboró mapas hidrológicos, temáticos de geología, pendientes, entre otros, obteniendo resultados en cinco zonas de mayor afectación con el índice de importancia ambiental (IM) de moderado a alto, un significativo riesgo para la salud y el medio ambiente debido a la actividad minera que ha sido abandonada; así también el pH varía en función de la cantidad de agua y se encuentra inferior del límite pH 6 en época de estiaje, teniendo un promedio de pH 6.3 a 7.8 dentro de los límites permisibles de pH 9 cuando incrementa el caudal.

2.1.4. Antecedente local.

Guevara (2023), en su investigación: **“Calidad Del Agua Pre y Post Tratada de las Plantas de Agua Potable el Milagro y Santa Apolonia de la Ciudad De Cajamarca”**; en su investigación, examinó la calidad del agua en las plantas potabilizadoras El Milagro y Santa Apolonia, ubicadas en Cajamarca, tanto antes de que fuera tratada como después. Se recogieron muestras en siete lugares durante los períodos de lluvia y sequía, las cuales fueron examinadas en el laboratorio regional. El agua pre tratada de los ríos Grande, Porcón y Ronquillo mostró parámetros dentro de los límites legales, incluyendo turbiedad, pH, aluminio y metales pesados. Sin embargo, el agua post tratada presentó niveles no significativos para varios contaminantes, pero no cumplió con los límites permitidos para *Escherichia coli* y cloro residual. El análisis estadístico indicó que la calidad del agua pre tratada cumple con las normas, mientras que la calidad del agua post tratada no alcanza los estándares requeridos, evidenciando un tratamiento deficiente.

Peché (2020), en su investigación: **“Monitoreo Semestral De Calidad De Agua – Temporada Húmeda 2020, Informe Zona I”**; se focaliza en estudiar la microcuenca de Río Grande, perteneciente al proyecto El galeno, presenta los resultados de las pruebas realizadas durante este periodo. Se ha llevado a cabo un seguimiento sistemático para verificar la calidad del agua y se han implementado medidas de control según los estándares establecidos. Para

describir las áreas de trabajo en el que se realizó el monitoreo, correspondiente a las quebradas Hierbabuena, Chamcas y Yanacocha, realizado entre el 21 al 30 de noviembre del 2019; el monitoreo se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos superficiales, en el que se tomó datos de parámetros fisicoquímicos, inorgánicos, microbiológicos y parasitológicos. Los resultados obtenidos mostraron variación principalmente de parámetros de campo, entre el pH, de 4.1 a 7.0, conductividad eléctrica entre 13.9 y 499.3 uS/cm, temperatura y oxígeno disuelto; se concluye finalmente que las aguas naturales de la zona I en general son de buena calidad, con una moderada concentración de sólidos totales.

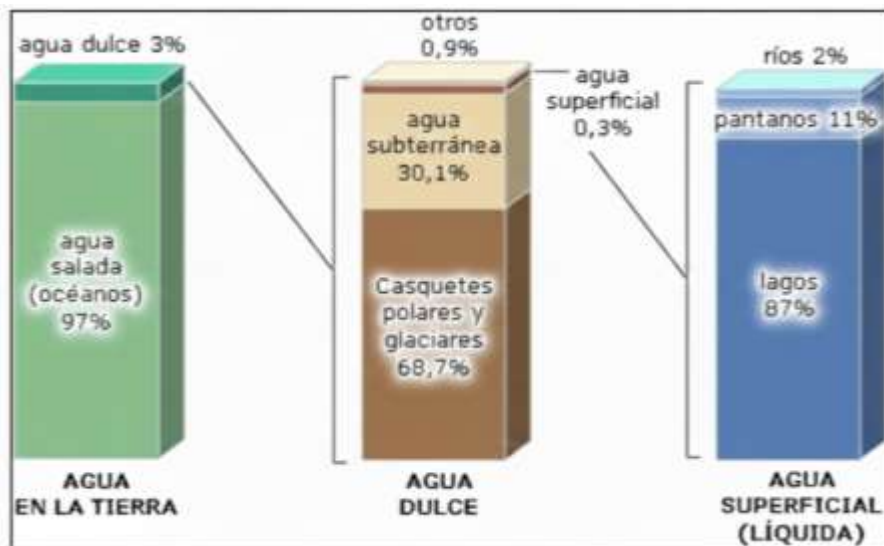
2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Distribución del agua en la tierra

Según García (2012), el agua en la Tierra se puede encontrar en cualquiera de sus estados físicos; ya sea helada, líquida o en forma de vapor de agua. La hidrósfera está formada por los océanos y las aguas continentales, ya sean estas de ríos, lagos o aguas subterráneas, y por los hielos polares y las montañas. Esta agua se encuentra en constante movimiento, tanto por la superficie (líquidas y sólidas) como por la atmósfera, donde llega mediante la evaporación (García, 2012). De toda el agua del planeta, sólo el 2,5 % es agua dulce, y el 2,997 % es de muy difícil acceso, ya que es subterránea o se encuentra en los casquetes polares y en los glaciares, lo que no facilita su utilización. Es decir que sólo el 0,003 % del volumen total de agua del planeta es accesible para el consumo de los seres humanos. El resto, el 97,5%, se encuentra en mares y océanos, pero es agua salada y no se puede utilizar ni para beber, ni para la agricultura ni para la mayor parte de las actividades humanas (Vera y Camilloni, 2012). Ver Figura 1.

Figura 1

Distribución del agua en la tierra.



Nota. Tomado de USGS, servicio geológico de los Estados Unidos (2018).

2.2.2. Ciclo hidrológico

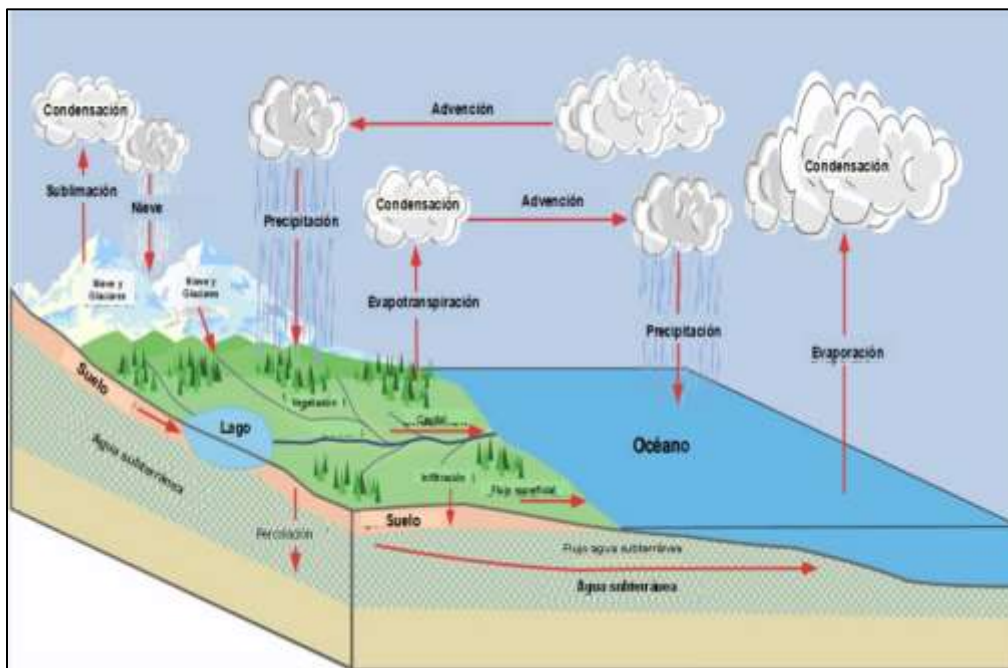
De acuerdo con Ordóñez (2011), el ciclo hidrológico, también conocido como ciclo del agua, consiste en el movimiento continuo del agua entre los diferentes compartimentos que conforman la hidrósfera. Este proceso es un ciclo biogeoquímico donde apenas intervienen reacciones químicas, ya que el agua simplemente se transporta de un lugar a otro o cambia de estado físico. Para comprender el ciclo hidrológico es esencial considerar seis conceptos principales:

- **Precipitación:** se refiere a la caída de agua, ya sea en estado líquido o sólido, sobre la superficie de la Tierra. Constituye la fuente principal para la formación de cuerpos de agua como ríos, lagos, aguas subterráneas y glaciares. Los datos sobre la precipitación en una cuenca o región se obtienen a partir de registros pluviométricos.
- **Evaporación:** es el mecanismo mediante el cual el agua situada en la superficie terrestre pasa de estado líquido a vapor, siendo la energía solar el motor primordial de este fenómeno.
- **Evapotranspiración:** corresponde al agua que se evapora desde el contenido de humedad del suelo y al que es liberado por las plantas durante su crecimiento.

- **Escurremientos superficiales:** es el desplazamiento del agua de lluvia que, tras precipitar sobre la superficie, fluye impulsada por la gravedad desde zonas elevadas hacia áreas más bajas, alimentando ríos, arroyos y otras masas de agua.
- **Escurreimiento subsuperficial:** es la parte de la precipitación que logra infiltrarse en el suelo y se moviliza lateralmente a poca profundidad, sin alcanzar la zona saturada, emergiendo nuevamente en la superficie y uniéndose al escurreimiento superficial.
- **Escurreimiento subterráneo:** es el segmento del agua precipitada que se infiltra hasta la zona saturada del subsuelo, participando en la recarga de los acuíferos. Véase la Figura 2.

Figura 2

Ciclo hidrológico



Nota. Tomado de Ordoñez (2011).

2.2.3. Hidrología

Según Villon (2004), la hidrología es la ciencia que tiene como fin el estudio del agua, donde tenemos en cuenta su origen, la circulación y distribución en la superficie, sus propiedades químicas y físicas. La cual nos proporciona métodos para resolver problemas en el diseño,

planeación y la operación de estructuras hidráulicas, estos problemas pueden estar relacionados al abastecimiento de agua potable en una población o en una industria, en satisfacer la demanda de aguas en proyectos de riego, generación eléctrica; también se hace uso en el diseño de obras como alcantarillas, puentes, presas, vertedores, sistemas de drenaje. Donde los resultados solo son estimaciones y en muchos casos son aproximaciones limitadas.

Nogueira y Acosta (2019) menciona a Meyer quien define a la hidrología como ciencia natural que trata los fenómenos relacionados con el agua en todos sus estados, la distribución y ocurrencia tanto en la atmósfera como en la superficie y en el subsuelo, todo esto relacionando con las actividades humanas.

2.2.4. Hidrogeología

Fernández (2012), indica que la hidrogeología tiene como función el estudio de las aguas subterráneas que participan en el ciclo hidrológico; a su vez, Sánchez (2012), afirma que la hidrogeología no solo se centra en la búsqueda de aguas subterráneas, sino que, también estudia la medida en la que la calidad del agua se ha visto afectada por las actividades humanas.

Sánchez (2012), menciona cuatro clasificaciones de las formaciones geológicas, según su comportamiento hidrogeológico, que detallaremos a continuación:

- ***Acuífero***: son formaciones geológicas capaces de almacenar y transmitir agua, como las arenas, gravas o calizas. Esta formación nos interesa para la explotación económica.
- ***Acuícludo***: formación geológica capaz de almacenar agua, pero no transmitirla, por lo que, pueden llegar a saturarse, un ejemplo son las arcillas.
- ***Acuitardo***: son formaciones geológicas que almacenan grandes cantidades de agua, pero esta circula con mucha dificultad. Es menos requerida para la explotación económica.
- ***Acuífugo***: formaciones geológicas que no almacenan ni transmiten agua, como, por ejemplo, el granito.

Las diferentes formaciones geológicas frente al agua se muestran en la Figura 3.

Figura 3

Formaciones geológicas frente al agua.

		Capacidad de almacenar	Capacidad de drenar	Capacidad de transmitir	Formaciones características
ACUÍFEROS	→	ALTA	ALTA	ALTA	Gravas, arenas, calizas
ACUITARDOS	→	ALTA	MEDIA/BAJA	BAJA	Limos, arenas limosas y arcillosas
ACUICLUDOS	→	ALTA	MUY BAJA	NULA	Arcillas
ACUIFUGOS	→	NULA	NULA	NULA	Granitos, gneises, mármoles

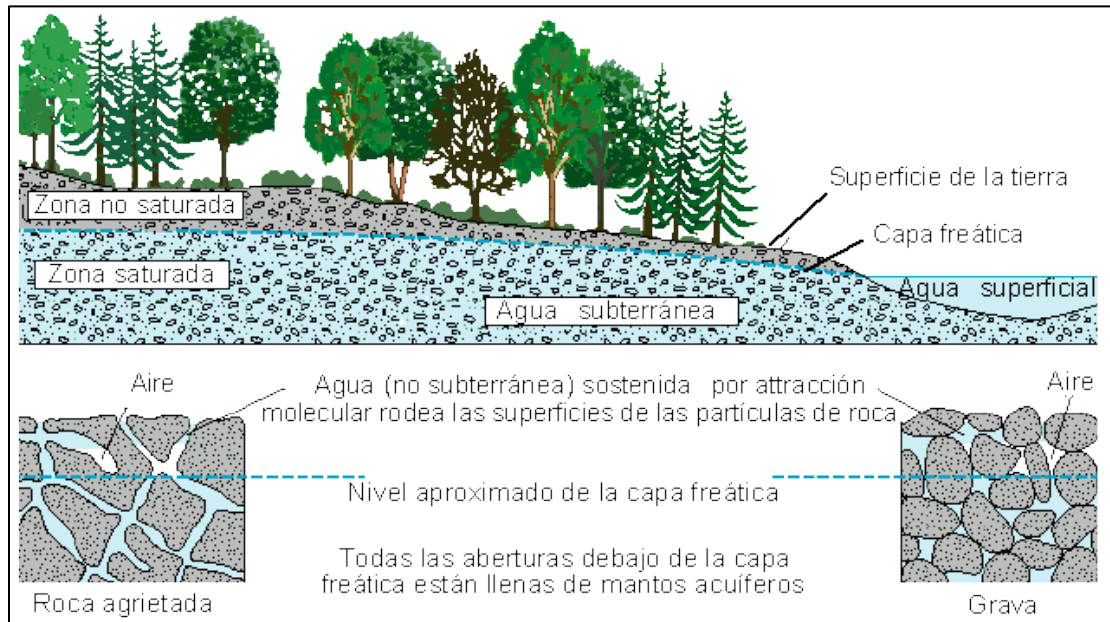
Nota. Tomado de Gonzáles de Vallejos (2012)

2.2.5. El agua subterránea

Según Custodio y Llamas (1996), el agua subterránea es aquella que se encuentra almacenada y circulando bajo la superficie terrestre, formando lo que se conoce como acuíferos. Su principal origen es la lluvia, que se infiltra en el terreno, aunque también puede recibir aportes localizados de ríos, arroyos, lagos y lagunas. Esta agua está localizada por debajo del nivel freático, llenando por completo los poros y fisuras del subsuelo, y puede emerger de manera natural a través de manantiales, vertientes o cauces fluviales (véase Fig. 4). El desplazamiento del agua en los acuíferos se produce desde las zonas donde se recarga hacia las zonas de descarga, presentando velocidades que pueden oscilar desde un metro por año hasta varios cientos de metros por día. Los periodos de residencia suelen ser prolongados, lo que permite la existencia de grandes volúmenes almacenados, una de las características principales del agua subterránea.

Figura 4

Distribución vertical del agua subterránea



Nota. Tomado de Custodio y Llamas (1996)

➤ **Distribución vertical del agua subterránea.**

Custodio y Llamas (1996) En un perfil del subsuelo, normalmente se presentan dos zonas con caracteres hidráulicos diferentes, integrados por varias franjas o fajas. La zona más somera se denomina de aireación o zona no saturada y la más profunda de saturación o zona saturada. La zona no saturada es la situada entre la superficie del terreno y la superficie freática y sus poros y fisuras están ocupados por agua y aire. Esta zona se divide en: Ver Figura 5.

De acuerdo con Custodio y Llamas (1996), al observar un corte vertical del subsuelo, es común encontrar dos zonas diferenciadas por sus características hidráulicas, conformadas por distintas franjas. La zona superior se conoce como zona de aireación o zona no saturada, mientras que la inferior corresponde a la zona de saturación. La zona no saturada está ubicada entre la superficie del suelo y el nivel freático; en ella, los poros y fisuras contienen tanto agua como aire. Dentro de esta zona, se distinguen varias subzonas, como se muestra en la Figura 5.

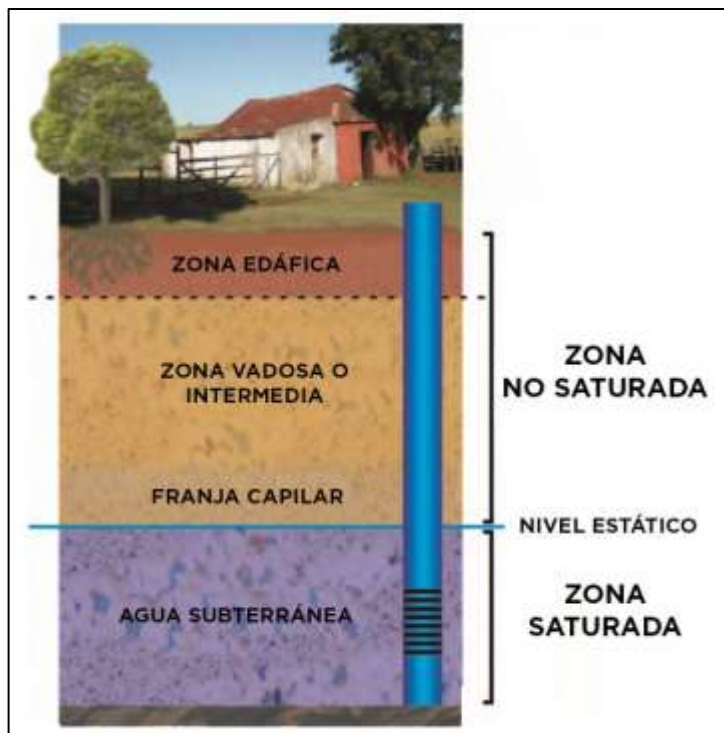
- a. La primera es la zona de evapotranspiración o edáfica, que se extiende hasta la profundidad alcanzada por las raíces de las plantas, por lo que su grosor varía. En

esta sección, los procesos físicos, químicos y biológicos son particularmente intensos y diversos. Por la presencia abundante de materia orgánica (correspondiente al horizonte A del suelo) y una alta actividad biológica tanto vegetal como microbiana, se produce una significativa cantidad de CO₂, lo que convierte a la franja edáfica en un filtro natural muy eficiente frente a múltiples contaminantes como metales y pesticidas.

- b. La siguiente subzona es la zona intermedia, ubicada entre el límite superior del ascenso capilar del agua y la profundidad máxima que alcanzan las raíces de la vegetación.
- c. Por último, la zona capilar se extiende desde el nivel freático hasta el punto más alto al que el agua puede ascender por capilaridad. El grosor de esta capa depende principalmente del tamaño de los poros y de la uniformidad del terreno. Por debajo de la superficie freática se encuentra la zona saturada, donde todos los poros del suelo están completamente llenos de agua.

Figura 5

Distribución de las aguas subterráneas



Nota. Tomado de Custodio y Llamas (1996)

2.2.6. Acuíferos

De acuerdo con Custodio y Llamas (1996), un acuífero es cualquier formación geológica que puede almacenar y permitir el paso del agua subterránea, posibilitando su extracción en volúmenes considerables mediante obras como los pozos. No todas las formaciones geológicas poseen esta doble capacidad; existen materiales que, aunque pueden contener agua, no la transmiten en condiciones naturales, por lo que no es posible extraerla. Estas formaciones se denominan acuicludos, siendo un ejemplo las arcillas. Por otra parte, hay formaciones que ni almacenan ni transmiten agua, consideradas impermeables, conocidas como acuífugos, como el granito o el gneis. Además, existen los acuitardos (por ejemplo, limos o limos arenosos), formaciones semipermeables que dejan pasar el agua lentamente y cuya captación mediante obras es muy complicada, aunque desempeñan un papel importante en la recarga de acuíferos situados por debajo, gracias a la filtración vertical o el drenaje. La clasificación de los acuíferos se realiza en función de su estructura y del tipo de porosidad de los materiales que los constituyen.

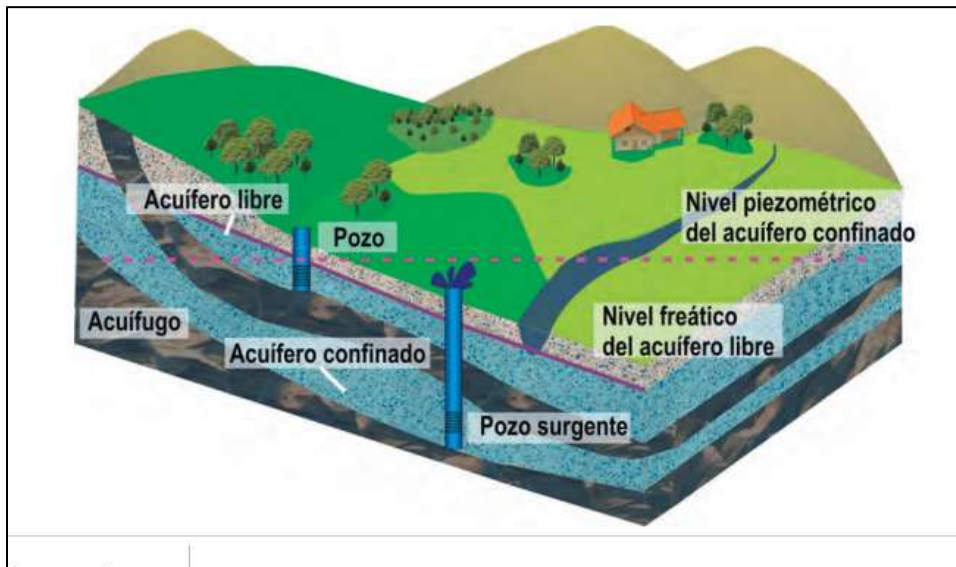
Según su estructura se distinguen:

- a. **Acuíferos libres, no confinados o freáticos:** Son aquellos que tienen un fondo impermeable y cuyo techo está sometido a la presión atmosférica. Se recargan directamente por infiltración de agua de lluvia a través de la zona no saturada o por la penetración de agua de ríos o lagos. Se ven especialmente afectados durante periodos de sequía, ya que el nivel freático varía según las condiciones climáticas. Los pozos poco profundos pueden secarse si el nivel freático desciende por debajo de la profundidad del pozo (ver Fig. 6).
- b. **Acuíferos confinados, cautivos o a presión:** Estos están limitados en su parte superior por una capa de muy baja o baja permeabilidad. La presión hidrostática en el techo del acuífero supera la presión atmosférica y la recarga ocurre lateralmente. Al perforar un pozo en este tipo de acuífero, el agua asciende rápidamente por el interior del pozo, y si llega hasta la superficie, se denomina pozo surgente. El nivel de agua que se obtiene al unir todos los niveles hidráulicos observados en los pozos del acuífero confinado se llama superficie potenciométrica (véase Fig. 6).

- c. **Acuíferos semiconfinados o semicaútivos:** Son más habituales que los confinados. En estos acuíferos, el techo, el fondo o ambos están formados por capas con baja permeabilidad que, aunque dificultan, no impiden totalmente el flujo vertical de agua. Para que este movimiento se produzca, además de la permeabilidad, deben existir diferencias de carga o de potencial hidráulico entre el acuífero semiconfinado y los que están por encima o por debajo. La recarga y descarga de estos acuíferos se realiza a través de las formaciones de baja permeabilidad llamadas semiconfinantes o acuitardos (ver Fig. 6).

Figura 6

Comportamiento de pozos en acuíferos libres y acuíferos confinados.



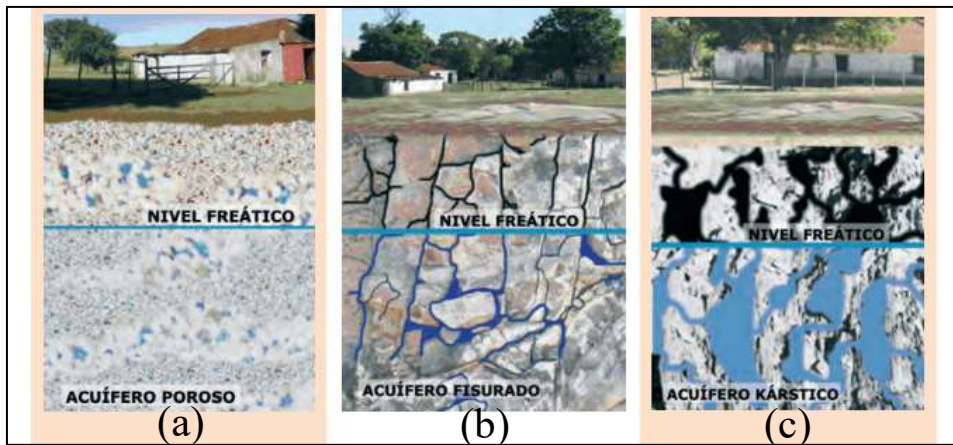
Nota. Tomado de Custodio y Llamas (1996)

➤ **En función del tipo de porosidad se clasifican:**

En la Figura 7 se muestra los tipos de acuíferos en función de la porosidad.

Figura 7

Tipos de acuíferos en función de la porosidad.



Nota. Tomado de Custodio y Llamas (1996)

- a. **Acuíferos de porosidad primaria, también llamados porosos o sedimentarios:**
Están conformados por depósitos geológicos de origen sedimentario, usualmente compuestos por gravas y arenas cuya composición y tamaño varían dependiendo de su procedencia (por ejemplo, fluvial, eólica, lacustre o glacial). Estos materiales pueden encontrarse sueltos y sin consolidar, especialmente si pertenecen a formaciones recientes del período cuaternario, o pueden estar ya consolidados.
- b. **Acuíferos de porosidad secundaria, fisurados o fracturados:** Se constituyen a partir de rocas duras que tienen origen ígneo o metamórfico. La capacidad de almacenar y transportar agua en estos acuíferos depende de la existencia de zonas alteradas, fracturas, fallas o diaclasas; únicamente a través de estos espacios el agua puede moverse y acumularse. Es fundamental que las fracturas estén abiertas y conectadas para permitir el flujo de agua.
- c. **Acuíferos por disolución, también denominados químicos o kársticos:** Están formados por rocas de naturaleza carbonatada, como calizas, margas y dolomías. En estos casos, la porosidad, que incluye huecos y cavernas, se genera de manera secundaria debido a la disolución del carbonato. El agua circula por estos espacios con una velocidad superior a la que se observa en los acuíferos porosos o fracturados.

2.2.7. Relación entre las aguas subterráneas y superficiales

2.2.7.1. Los manantiales

Todd y Mays (2005) Un manantial puede definirse como un punto de la superficie del terreno que de modo natural descarga a la superficie una cantidad determinada de agua, procedente de un acuífero o embalse subterráneo. La descarga de estos acuíferos no se efectúa únicamente mediante los manantiales, sino que también puede producirse mediante evaporación al estar en contacto la zona saturada con la superficie del terreno. En ocasiones, la descarga del embalse subterráneo se realiza mediante la evapotranspiración de las plantas cuyas raíces alcanzan la zona saturada.

Los términos fuente y manantial son sinónimos, si bien el primero puede referirse también a las captaciones subterráneas y el uso del segundo se reduce exclusivamente a las surgencias naturales.

2.2.7.2. Clasificación de los manantiales

Todd y Mays (2005) Existen numerosos tipos de clasificaciones según el aspecto que sea considerado: El tipo de materiales geológicos que constituyen el acuífero, la estructura del terreno, el régimen del caudal o según la composición química y la temperatura de sus aguas.

- **Manantiales de ladera:** Se producen en el punto donde la superficie inclinada del terreno intercepta o corta una capa permeable. Suelen encontrarse en las proximidades de la zona de contacto entre las formaciones permeables e impermeables. Estos manantiales no proporcionan grandes caudales, dado el reducido tamaño del embalse subterráneo que drenan. Todd y Mays (2005)
- **Manantiales de valle:** Se producen en las depresiones o en los valles en los que el límite superior de la zona saturada (nivel freático) alcanza la superficie topográfica. Todd y Mays (2005)

- **Manantiales intermitentes:** Son aquellos en los que su caudal pasa de ser muy escaso o nulo a ser muy importante durante breve tiempo, debido a que la descarga se hace a través de un sifón. Estos manantiales son exclusivos de las formaciones calcáreas karstificadas. Todd y Mays (2005)
- **Manantiales de fractura:** En las rocas ígneas y metamórficas la circulación y el almacenamiento de agua se hace fundamentalmente a través de las zonas fracturadas (fallas y diaclasas). Por lo general estos manantiales son de pequeño caudal y se extinguen en verano cuando se descarga el agua almacenada a lo largo del plano de fractura. Todd y Mays (2005).

2.2.7.3. Relaciones entre la escorrentía superficial y subterránea.

Según Díaz (2012) El agua de los manantiales va a parar, directa o indirectamente, a un curso superficial. Los caudales que los ríos llevan proceden en gran medida de la escorrentía de las aguas de lluvia y del deshielo de la nieve, pero también incluyen las aguas que han circulado por el interior de las rocas del subsuelo sin llegar a alcanzar la zona saturada de los acuíferos subterráneos.

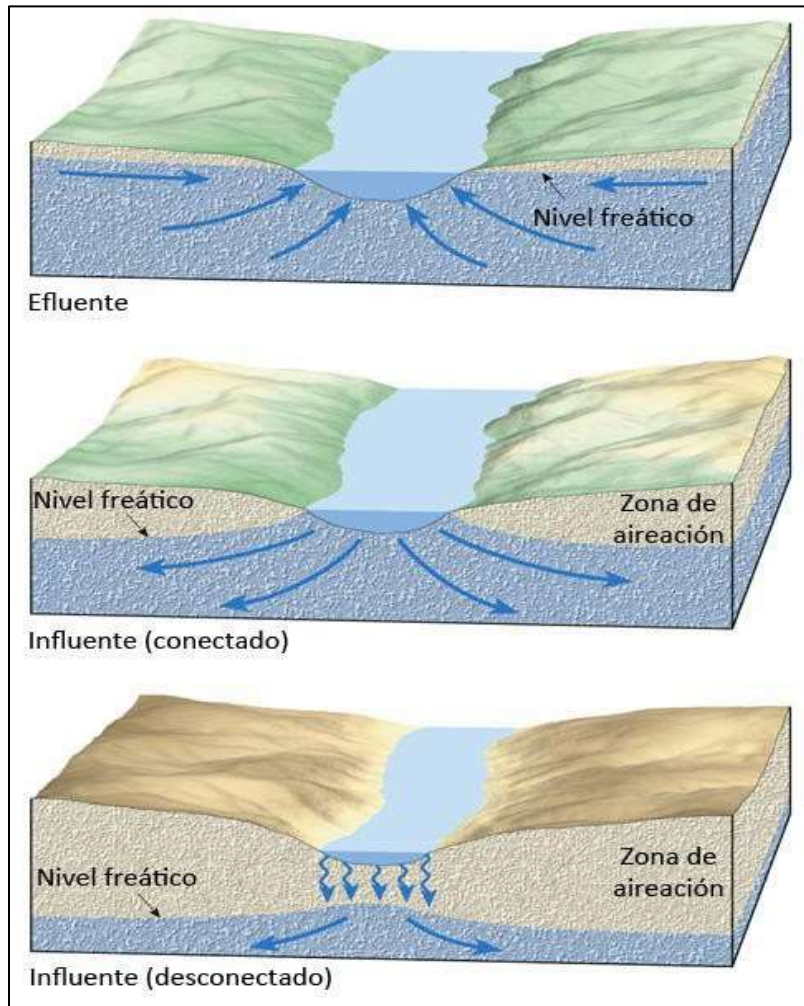
Para estudiar la aportación de agua subterránea que puede realizar un acuífero a un río, o, al contrario, la recarga que un embalse subterráneo puede recibir de un curso de agua superficial es fundamental conocer el tipo de conexión hidráulica que hay entre ambos.

Se afirma que existen tres tipos de interacciones entre las aguas subterráneas y las aguas corrientes: Ver figura 8.

- **Efluentes (rio ganador):** aquellas que reciben agua de la portación de aguas subterráneas a través de la corriente.
- **Influentes (rio perdedor):** pierden agua hacia el sistema de aguas subterráneas por la salida del agua del lecho de la corriente.
- **Influente desconectado** por una zona de aireación.

Figura 8

Efluentes o ríos ganadores e influentes o ríos perdedores



Nota. Tomado de Díaz (2012).

2.2.8. Índice de calidad de agua

De acuerdo con Caho y López (2017), el Índice de Calidad de Agua (ICA) es una herramienta utilizada para evaluar el estado de la calidad del agua, ya sea de cuerpos superficiales o subterráneos, durante un periodo específico. Este índice se basa en la integración de diversos parámetros físicos, químicos y biológicos a través de una fórmula matemática, lo que permite valorar la condición del recurso hídrico (Yogendra y Puttaiah, 2008). Gracias al ICA, es posible efectuar una valoración global de la calidad del agua en distintos niveles y establecer el

grado de vulnerabilidad ante posibles amenazas (Soni y Thomas, 2014). El índice surge como una opción para analizar los cuerpos de agua, facilitando así la formulación de políticas públicas y el monitoreo de sus efectos (Torres et al., 2009). Actualmente, existen diversas metodologías para determinar la calidad del agua, que varían según la forma de cálculo y los parámetros considerados en cada caso. En los cuerpos de agua lénticos, la aplicación del ICA es relativamente reciente: Pinilla (2010) propuso un índice específico para varios humedales de Bogotá, empleando los parámetros y valores límite definidos en la normativa colombiana para agua potable; por su parte, Castro-Roa y Pinilla Agudelo (2014) usaron un método similar, aunque con algunas modificaciones en los parámetros físico-químicos y biológicos seleccionados. Lo anterior evidencia que, al igual que ocurre con otros cuerpos de agua superficiales, existen múltiples enfoques para determinar la calidad del agua en humedales.

La calidad del agua es uno de los principales desafíos que afrontarán las sociedades en la actualidad. La degradación de la calidad del agua deriva directamente en problemas ambientales, sociales y económicos. La disponibilidad del recurso hídrico en el mundo está cada vez más limitada, debido al aumento de la contaminación del agua, provocado por el vertido de grandes cantidades de aguas residuales insuficientemente tratadas o sin ningún tipo de tratamiento previo a los ríos, lagos, acuíferos y aguas costeras. Los cambios en las características físicas y químicas de la calidad del agua se encuentran influenciados por la interacción combinada de diversos procesos naturales (condiciones geológicas, erosión, entre otros) y de actividades antropogénicas (ANA, 2020).

La calidad del agua constituye uno de los principales retos para las sociedades contemporáneas. Su deterioro implica consecuencias ambientales, sociales y económicas de gran relevancia. La disponibilidad de este recurso se ve cada vez más amenazada a nivel mundial, una tendencia agravada por el aumento de la contaminación, originada principalmente por el vertido de aguas residuales sin tratamiento adecuado o, en muchos casos, sin ningún tipo de depuración, hacia ríos, lagos, acuíferos y cuerpos de agua costeros. Las transformaciones en las propiedades físicas y químicas del agua responden a la conjunción de procesos naturales como las características geológicas o la erosión y la influencia de actividades humanas (ANA, 2020).

Por lo anterior y por la problemática identificada en las microcuencas Yanacocha y Encañada, se establece la necesidad de analizar, de forma espacial y en dos épocas climáticas diferentes, la variación del ICA. Estimando de forma preliminar el efecto y los problemas que se pueden presentar en la estructura ecológica presente en este ecosistema.

2.2.9. Base legal para la aplicación de los índices de calidad del agua.

De acuerdo con el ANA (2018), en la Metodología para la determinación del Índice De Calidad de Agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales, se tiene la siguiente base legal para los índices de calidad de agua:

1. Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
2. Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
3. Decreto Legislativo N° 997, que establece la naturaleza jurídica, ámbito de competencia, las funciones y la organización interna del Ministerio de Agricultura, modificado por Ley N°30048.
4. Decreto Supremo N° 001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, modificado por el Decreto Supremo N° 006-2017-AG.
5. Decreto Supremo N° 006-2010-AG, Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
6. Decreto Supremo N° 006-2015-MINAGRI que aprueba la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos.
7. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias.
8. Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino Costeros.
9. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial.
10. Resolución Jefatural N° 030-2016-ANA, Clasificación de Cuerpos de Agua Marino Costeros.
11. Resolución Jefatural N° 042-2016-ANA, aprueban la Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos.

2.2.10. Límites máximos permisibles (LMP's)

Son medidas de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente (MINAM, 2010).

Estos LMP's. para efluentes líquidos descargados hacia el ambiente por las unidades mineros metalúrgicas nuevas o en operación están contemplados en el DS. 010-2010 -MINAM y deben medirse en los puntos de descarga a fin de determinar la concentración de cada uno de los parámetros regulados y el volumen de descarga en metros cúbicos por día (Tabla 1).

Tabla 1

Límites máximos permisibles para calidad de agua

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el promedio anual
pH	mg/L	6–9	6–9
Sólidos totales en Suspensión	mg/L	50	25
Aceites y Grasas	mg/L	20	16
Cianuro Total	mg/L	1	0.8
Arsénico Total	mg/L	0.1	0.08
Cadmio Total	mg/L	0.05	0.04
Cromo Hexavalente (*)	mg/L	0.1	0.08
Cobre Total	mg/L	0.5	0.4
Hierro (Disuelto)	mg/L	2	1.6
Plomo Total	mg/L	0.2	0.16
Mercurio Total	mg/L	0.002	0.0016
Zinc Total	mg/L	1.5	1.2

(*) En muestra no filtrada

Nota. Fuente: Ministerio del Ambiente (2010)

2.2.11. Calidad del agua de los recursos hídricos en el Perú estándares de calidad ambiental del agua (ECA).

Según la ANA (2018), en el Perú, con respecto a uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, estuvo enmarcado durante siete décadas en un Código de Agua, cuyos orígenes se remontan al siglo XIX, fue un instrumento que permitió la consolidación del control de la agricultura por los grandes hacendados. Esta situación, cambiaría drásticamente en julio del año 1969, con la aplicación de la Ley General de Aguas, a través del D.L N° 17752, esta ley experimento algunas modificaciones respecto a la regulación en el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos hasta la creación del MINAM y la posterior aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

La precitada Ley y su Reglamento, decreta siete (07) clasificaciones de agua ya sea terrestre o marítima relacionado con respecto al uso, las cuales de acuerdo con el ANA (2018) son:

- I. Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección;
- II. Aguas de abastecimiento domestico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación. Filtración y cloración, aprobados por el Ministerio de Salud;
- III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales;
- IV. Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares);
- V. Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos;
- VI. Aguas de zonas de Preservación de Fauna Acuática y Pesca Recreativa o Comercial.

Para fines de la presente investigación aplicaremos la clasificación III anteriormente descrito. Asimismo, define veintitrés parámetros (23), agrupados en bacteriológicos, sustancias potenciales peligrosas y parámetros potenciales perjudiciales Dicha Ley de Aguas tuvo una vigencia de 39 años.

Con la creación del Ministerio del Ambiente en el año 2008, se dio luego la aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, con el objetivo de establecer el nivel de concentración. En el año 2017 Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias según DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

El presente ECA- Agua, cuenta con 4 cuatro categorías:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

- a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.
 - A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
 - A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
 - A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.
- b) Subcategorías B: Agua superficiales destinadas para recreación.
 - B1: Contacto primario.
 - B2: Contacto secundario.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales

- a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicadas en aguas marinos costeras.
- b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras.
- c) Subcategoría C3: Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras.
- d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas
- e) En lagos y lagunas.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (aplicado al estudio)

- a) Subcategoría D1: Riego de vegetales.
 - Agua para riego no restringido.
 - Agua para riego restringido.
- b) Subcategoría D2: Bebida de animales.

Categoría 4: Conservación del medio ambiente acuático.

- a) Subcategoría E1: Lagunas y Lagos.
- b) Subcategoría E2: Ríos.
 - Ríos de la Costa y Sierra.
 - Ríos de la Selva.
- c) Subcategoría E3: Ecosistemas Costeras y Marinas.
 - Estuarios.
 - Marinos.

La Tabla 2, Se muestra el cuadro resumen de las categorías para la aplicación de los estándares de calidad ambiental para agua.

Tabla 2

Resumen de categorías de estándar nacional de calidad ambiental de agua (ECA)

CUADRO RESUMEN DE ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA (ECA agua)				
Categoría		Clasificación	Sub Clasificación	Nº Parámetros
Categoría 1. Poblacional y Recreacional	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	Aguas pueden ser potabilizadas con desinfección	A1	86
		Aguas pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A2	85
		Aguas pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	A3	82
	Aguas superficiales destinadas al uso	Con Contacto Primario	B1	84
		Con Contacto Secundario	B2	83
Categoría 2. Actividades Marino Costeras		Extracción y cultivo de moluscos bivalvos	C1	23
		Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas	C2	23
		Otras actividades	C3	23
Categoría 3. Riego de vegetales y bebida de animales	Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y alto			55
	Parámetros para bebida de animales			49
Categoría 4. Conservación del medio ambiente	Lagunas y lagos			27
	Rios	Rios de la costa y sierra	) D1	26
		Rios de la selva		D2
	Ecosistemas marino	Estuarios		25
	costeras	Marinos		23

Nota. Adaptado del DS-004-2017 MINAM.

El Ministerio del Ambiente (MINAM) desarrolla procedimientos, metodologías, lineamientos y planes basados en evidencias técnicas, así como en los resultados de vigilancia, control y monitoreo de la calidad del agua, entre otros aspectos, para establecer los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) de este recurso (SPDA, 2017). Seguidamente, se ofrece información relativa a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua que se requieren en la elaboración del Índice de Calidad de Agua (ICA) correspondiente a la microcuenca Yanacocha-La Encañada. Para más detalles, consultar el Anexo (7.3. DS-004-2017 MINAM).

2.3. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

2.3.1. Coliformes totales y fecales

El análisis bacteriológico es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación de agua, el ensayo se basa en que todas las aguas contaminadas por aguas residuales son potencialmente peligrosas, por tanto, en control sanitario se realiza para determinar la presencia de contaminación fecal. La determinación de la presencia del grupo coliforme se constituye en un indicio de polución, así como la eficiencia y la purificación y potabilidad del agua (Barrera & Aguirre, 2011).

Impacto ambiental: La detección de coliformes fecales se considera un signo relevante para evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano. Dentro de los ecosistemas acuáticos, los coliformes demuestran mayor resistencia frente a las bacterias patógenas intestinales, ya que su procedencia se relaciona principalmente con material fecal. Su presencia confirma la contaminación microbiológica, lo que puede desencadenar enfermedades intestinales en quienes ingieren dicha agua. Entre las afecciones patógenas que pueden transmitirse por este medio se encuentran la fiebre tifoidea, la gastroenteritis tanto viral como bacteriana y la hepatitis A. (Ríos et al., 2017)

2.3.2. Medida del grado de acidez o alcalinidad del agua (pH)

El pH representa el grado de concentración de iones hidrógeno presente en el agua. Cuando los valores se sitúan fuera del intervalo habitual de 6 a 9, pueden resultar perjudiciales para los organismos acuáticos; valores inferiores a 7 indican acidez, mientras que superiores a 7 señalan alcalinidad. La alteración de estos niveles puede afectar las funciones celulares y provocar el deterioro, e incluso la desaparición, de distintas especies de flora y fauna acuática. En el caso de las aguas residuales generadas por la industria petrolera, especialmente en procesos de refinación, suelen ser extremadamente ácidas o alcalinas debido al empleo de diversos productos químicos en sus procedimientos. (Ríos et al., 2017)

Ph/mV

Las mediciones de pH funcionan de la siguiente manera: el electrodo mide una diferencia de potencial entre la muestra y la referencia medidas en unidades de milivoltios (mV) que, luego, se utilizará para calcular el pH de la muestra mediante la curva de calibración. (Ríos et al., 2017)

Impacto ambiental: El pH en aguas naturales sin contaminación está determinado por el equilibrio entre dióxido de carbono, carbonatos y bicarbonatos, elementos presentes habitualmente en estos ecosistemas. Este equilibrio puede alterarse por la disolución de rocas carbonatadas, cambios en los niveles de CO₂ atmosférico o la respiración de los organismos acuáticos. El pH es un parámetro clave que influye en muchos procesos que ocurren en los cuerpos de agua y su valor ideal para la supervivencia y desarrollo de peces e invertebrados de agua dulce debe mantenerse entre 6 y 9, sin grandes variaciones, para garantizar su crecimiento y reproducción. Valores extremos de pH pueden modificar el balance químico del agua y facilitar la movilización de contaminantes; por ejemplo, si el pH es bajo, se incrementa la solubilidad de metales como hierro, cobre, zinc, níquel, plomo y cadmio, aumentando así la toxicidad del agua. (Ríos et al., 2017)

2.3.3. Demanda bioquímica de oxígeno 5

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) es un parámetro esencial para evaluar la calidad del agua, ya que mide que cantidad de oxígeno los microorganismos usan para descomponer la materia orgánica biodegradable. (Ríos et al., 2017).

Impacto ambiental: Un alto nivel de DBO indica una mayor contaminación orgánica, lo que puede afectar negativamente los ecosistemas acuáticos al disminuir los niveles de oxígeno en el agua receptora. Por tanto, la DBO es útil para determinar el impacto a corto plazo de los efluentes sobre la calidad del agua. (Ríos et al., 2017)

2.3.4. Nitratos

Los nitratos proceden de aguas residuales que contienen compuestos nitrogenados, provenientes de actividades urbanas, industriales y ganaderas, que no han recibido tratamiento previo. Estos residuos aportan elevados niveles de nutrientes esenciales para el desarrollo de plantas acuáticas, como las algas, lo que favorece los procesos de nitrificación y eutrofización,

contribuyendo a la contaminación de las aguas superficiales y reduciendo la concentración de oxígeno disuelto. (Ríos et al., 2017)

Impacto ambiental: La presencia excesiva de nitratos en cuerpos de agua destinados al consumo humano resulta especialmente peligrosa para los niños. (Ríos et al., 2017)

2.3.5. Fosfatos

Los Fosfatos son compuestos químicos que se encuentran en el agua y son utilizados como Indicadores de Calidad del Agua. La presencia de fosfatos en cantidades superiores a 1 mg/l puede ser indicativa de contaminación y favorecer el crecimiento excesivo de algas, afectando la biodiversidad y la calidad del ecosistema acuático. Por lo general, los niveles de fosfatos en aguas naturales deberían estar por debajo de 0.1 mg/l según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Se utilizan junto a otros parámetros como nitratos y nitritos para evaluar el estado del agua y su posible contaminación por actividades humanas. (Ríos et al., 2017)

Impacto ambiental: La lluvia puede transportar distintos niveles de fosfatos desde los terrenos agrícolas hacia ríos y lagos. Cuando la concentración de fosfatos es elevada, se favorece el desarrollo desmesurado de algas y otras plantas acuáticas, lo que provoca un consumo excesivo de oxígeno en el agua. (Ríos et al., 2017)

2.3.6. Temperatura.

La Temperatura juega un rol muy importante en la solubilidad de los gases, en la disolución de las sales y por lo tanto en la conductividad eléctrica, en la determinación de pH, en el conocimiento del origen de agua y de las eventuales mezclas, etc. La liberación de agua a temperaturas elevadas puede afectar negativamente a la vegetación y a los animales acuáticos de los cuerpos receptores, ya que dificulta la reproducción de las especies, estimula el crecimiento de bacterias y otros microorganismos, acelera los procesos químicos, disminuye la concentración de oxígeno y favorece la aparición rápida de la eutrofización (Barreto et al., 2010).

Impacto ambiental: Cuando la temperatura del agua aumenta, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto, lo que afecta negativamente a los ecosistemas acuáticos. Este fenómeno favorece la eutrofización, la aparición de organismos patógenos, acelera las reacciones químicas,

incrementa la solubilidad de ciertas sustancias, reduce la de los gases e impulsa la actividad biológica. Por lo general, los cambios en la temperatura del agua señalan contaminación causada por vertidos de aguas residuales o por descargas de agua caliente proveniente de procesos industriales. (Ríos et al., 2017)

2.3.7. Turbidez

La Turbidez del agua es uno de los parámetros más relevantes en el control de la Calidad del Agua de consumo. Los sólidos dispersos y las partículas en suspensión en el agua turbia pueden actuar como portadores de contaminación microbiológica y también propician la adhesión de metales pesados, compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas. (Ríos et al., 2017)

La Turbidez se mide en UNF/NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez. Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la Turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU. Es la capacidad que presenta el material suspendido en el agua para obstaculizar el paso de la luz, interviniendo en la fotosíntesis de los ecosistemas acuáticos de los ríos. Se expresa en unidades de turbiedad sabiendo que una unidad de éstas corresponde al agregar 1 mg de SiO_2 a un litro de agua destilada. Requiere de una medición rápida, económica y de fácil interpretación. La turbiedad posee un origen inorgánico debido a la erosión de la cuenca del río, la cual aporta sedimentos en los cauces; o presenta un origen orgánico cuando es contribuida por las actividades antrópicas. (Ríos et al., 2017)

Impacto ambiental: La turbidez elevada suele ser señal de una mayor presencia de sólidos suspendidos en el agua. Cuando la turbidez alcanza niveles significativos, el cúmulo de partículas flotantes absorbe el calor proveniente de la luz solar, lo que genera un incremento en la temperatura del agua. Como consecuencia, disminuye la cantidad de oxígeno disponible, lo que afecta la capacidad del ecosistema acuático para mantener una variedad de especies. (Ríos et al., 2017)

2.3.8. Sólidos disueltos totales (STD).

La medición de los Sólidos Disueltos Totales (STD) se utiliza principalmente para analizar la calidad del agua en ríos, lagos y arroyos. Si bien los STD no se consideran un

contaminante severo, sí funcionan como un indicador importante de las propiedades químicas del agua y de la posible existencia de contaminantes disueltos, pues reflejan tanto la composición química como la concentración de sales y otras sustancias presentes en el agua (Cuno & Ccoriacasa, 2014).

De acuerdo con APHA et al. (1995), citado por Ríos et al. (2017), los sólidos totales representan la cantidad de sólidos que quedan tras evaporar la fase líquida del agua a temperaturas superiores a 100 °C. En el agua destinada al consumo humano, la mayor parte de la materia orgánica está en forma de sólidos disueltos, compuesta principalmente por sales y gases. Entre los iones predominantes se encuentran el bicarbonato, cloruro, sulfato, nitrato, sodio, potasio, calcio y magnesio. Estos componentes influyen en otras propiedades del agua, como el sabor, la dureza y la formación de incrustaciones.

Impacto ambiental: Cantidades elevadas de Sólidos Disueltos Totales pueden modificar la calidad del agua y aumentar su conductividad, lo que puede darle un sabor metálico, amargo o salino. Además, los sólidos disueltos afectan la penetración de la luz en la columna de agua y modifican la absorción de las distintas longitudes de onda del espectro visible (Ríos et al., 2017).

2.3.9. Oxígeno disuelto (OD).

Es la cantidad de Oxígeno gaseoso que está Disuelto en el agua (OD) Un adecuado nivel de Oxígeno Disuelto es necesario para una buena calidad del agua. El Oxígeno es un elemento necesario para todas las formas de vida. Los torrentes naturales para los procesos de purificación requieren unos adecuados niveles de Oxígeno para proveer para las formas de vida aeróbicas. Como los niveles de Oxígeno Disuelto en el agua bajen de 5.0 mg/l, la vida acuática es puesta bajo presión. A menor concentración, mayor presión. Niveles de oxígeno que continúan debajo de 1-2 mg/l por unas pocas horas pueden resultar en grandes cantidades de peces muertos. (Ríos et al., 2017)

Además, la cantidad de Oxígeno que puede disolverse en el agua (OD) depende de la Temperatura también.

Impacto ambiental: Valores muy bajos de Oxígeno Disuelto (OD), generalmente indican contaminación orgánica del agua; valores muy elevados de OD, pueden indicar una elevada productividad primaria del sistema biótico. (Ríos et al., 2017)

2.4. MARCO CONCEPTUAL

2.4.1. Descripción del método para determinar el ICA-NSF.

La metodología del ICA-NSF, (Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos) es utilizada para determinar la Calidad del Agua de Ríos para consumo humano, usando pesos ponderados en sus parámetros, lo que ha permitido que sea popularizado en muchos países utilizando los parámetros de respuesta integrados a través del método ICA-NSF: Coliformes Fecales, Potencial de Hidrógeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitratos, Fósforo Total, Temperatura, Turbidez, Sólidos Totales Disueltos y Oxígeno Disuelto. Hernández (2023) determina los siguientes pasos:

2.4.2. Definición de la zona de estudio

Luego de delimitar la zona de estudio, ya sea una cuenca, un río o un tramo de un curso de agua, es fundamental elaborar una reseña de esta, indicando su ubicación tanto política como geográfica, y resaltando sus particularidades hidrográficas, tales como la vertiente, el río principal, los afluentes y el lugar de origen. Asimismo, se debe mencionar las principales actividades económicas y las poblaciones que se localizan en la zona (ANA, 2018).

2.4.3. Información base necesaria

Para calcular el ICA en un punto específico de monitoreo dentro de un río, cuenca o tramo de agua, es indispensable disponer de información suficiente. Estos datos son generados a partir de las acciones que lleva a cabo la ANA en el marco de la supervisión y control de los recursos hídricos. En el caso de la ANA, el monitoreo de la calidad del agua en las cuencas es una labor esencial en la gestión del recurso hídrico. Los resultados obtenidos se presentan en informes técnicos, donde se valora la calidad del agua de la cuenca o del tramo evaluado en función de los valores determinados por el Estándar de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) (ANA, 2018).

2.4.4. Cálculo del índice de calidad de agua (ICA-NSF)

Para evaluar la característica del agua superficial a través del método ICA-NSF, se emplean 9 parámetros, los cuales son: ver la Tabla 3

1. Coliformes termo tolerantes (NMP/100 mL) Indican contaminación microbiológica.
2. pH (en unidades de pH) Indica la acidez o alcalinidad del agua.
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L) Mide la cantidad de materia orgánica presente en el agua.
4. Nitratos (NO_3 -en mg/L) nutrientes que pueden contribuir a la eutrofización.
5. Fosfatos (PO_4^{3-} en mg/L) nutrientes que pueden contribuir a la eutrofización.
6. Cambio de la Temperatura (en °C)
7. Turbidez (en NTU)
8. Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
9. Oxígeno disuelto (OD en % saturación) Esencial para la vida acuática; niveles bajos pueden indicar contaminación.

Para calcular la calidad mediante el ICA-NSF, generalmente se realiza una sumatoria de la ponderación de los subíndices obtenidos de los análisis durante los parámetros ya mencionados (ICAa), se expresan matemáticamente como las siguientes:

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada aritmética de los subíndices (ICAa) (1) o una función ponderada geométrica, multiplicativa (ICAm) (2). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

El cálculo del ICA se hace por medio de un promedio aritmético ponderado (1).

$$ICAa = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i) \quad (1)$$

$$ICAm = \prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i}) \quad (2)$$

Dónde:

Variable Dependiente

ICA: Índice de Calidad del Agua.

Variable Independientes

w_i : Peso relativo asignado a su impacto en la calidad del recurso, siguiendo los nueve parámetros (Sub_i), y ponderación que se encuentra en 0 y 1, donde la sumatoria siempre dará como resultado la unidad.

Sub_i : Subíndice que representa un valor numérico el cual está determinado según el análisis de las curvas de función obtenido de los 9 parámetros. (Hernandez,2023)

Los 9 parámetros que determinan la evaluación del ICA NSF y sus unidades se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Parámetros usados en el ICA - NSF.

PARÁMETRO	UNIDAD
1.Coliformes Fecales	NMP/100ml
2. pH	Unid de pH
3. DBO_5	mg/L
4. Nitratos	mg/L NO_3^-
5. Fosfatos	mg/L PO_4^{3-}
6. Temperatura	°C
7. Turbidez	NTU
8. Sólidos Disueltos Totales	mg/L
9. Oxígeno Disuelto	%OD

Nota. Fuente: Hernández (2023)

Los pesos relativos del ICA NSF, están determinados en la Tabla 4, y los ábacos para determinar la valoración del ICA-NSF desde Figura 9 hasta la figura 18.

Tabla 4

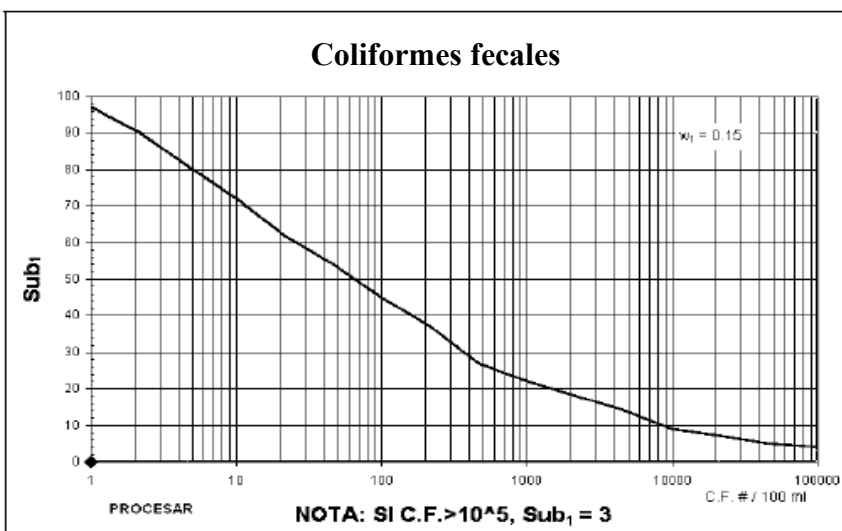
Factor de ponderación de los parámetros en el método ICA-NSF

i	Sub _i	W _i
1	Coliformes Fecales	0.15
2	pH	0.12
3	DBO ₅	0.10
4	Nitratos	0.10
5	Fosfatos	0.10
6	Temperatura	0.10
7	Turbidez	0.08
	Sólidos Disueltos	
8	Totales	0.08
9	Oxígeno Disuelto	0.17

Nota. Fuente: Hernández (2023).

Figura 9

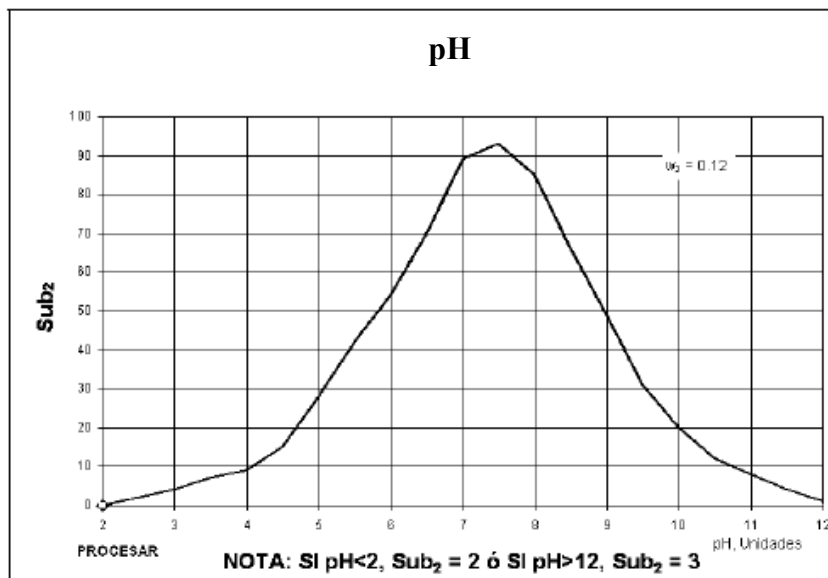
Valoración de la calidad de agua en función de coliformes fecales



Nota. Adaptado de SNET (2012).

Figura 10

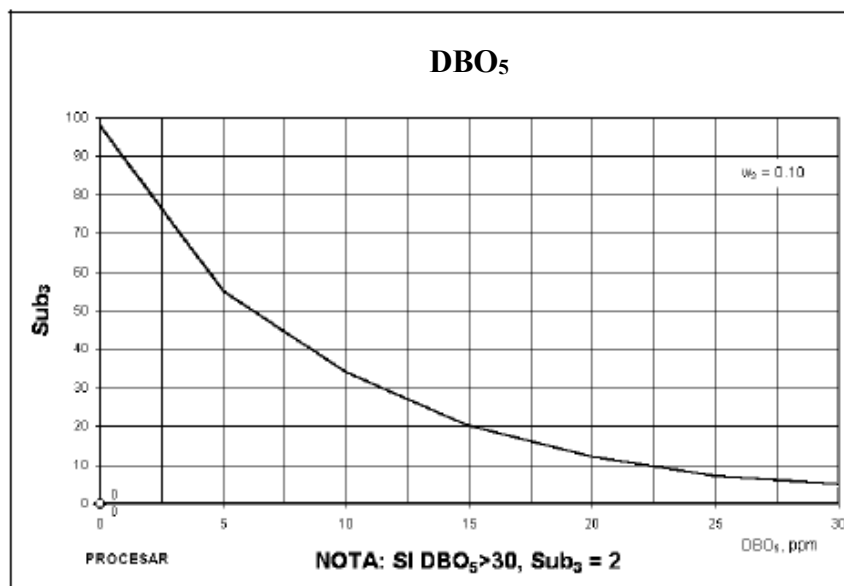
Valoración de la calidad de agua en función del pH.



Nota. Adaptado de SNET (2012).

Figura 11

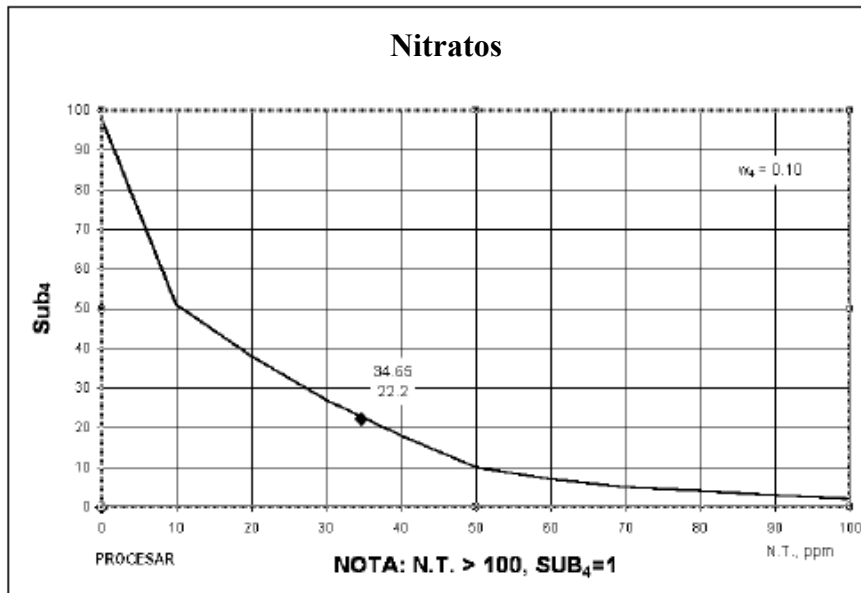
Valoración de la calidad de agua en función de la DBO₅.



Nota. Adaptado de SNET (2012).

Figura 12

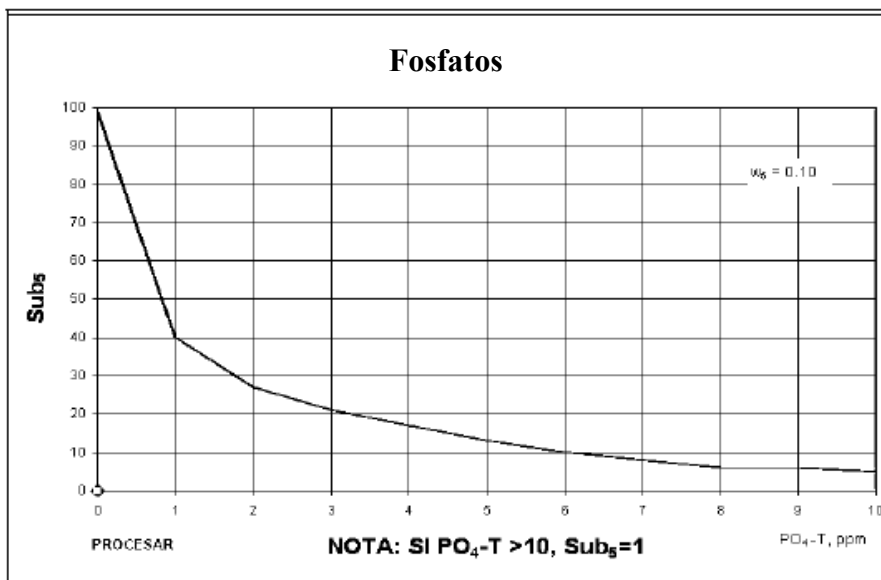
Valoración de la calidad de agua en función del nitrato



Nota. Adaptado de SNET (2012).

Figura 13

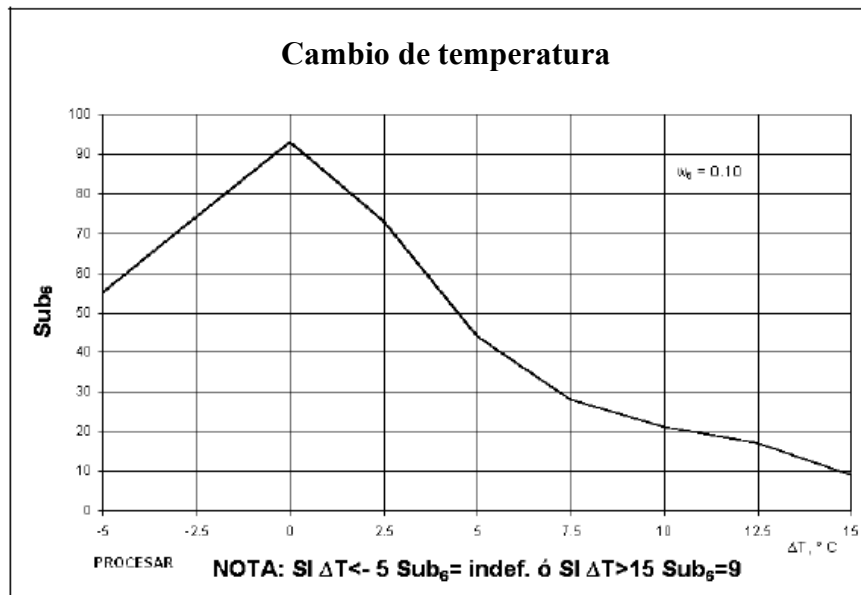
Valoración de la calidad de agua en función del fosfato



Nota. Adaptado de SNET (2012).

Figura 14

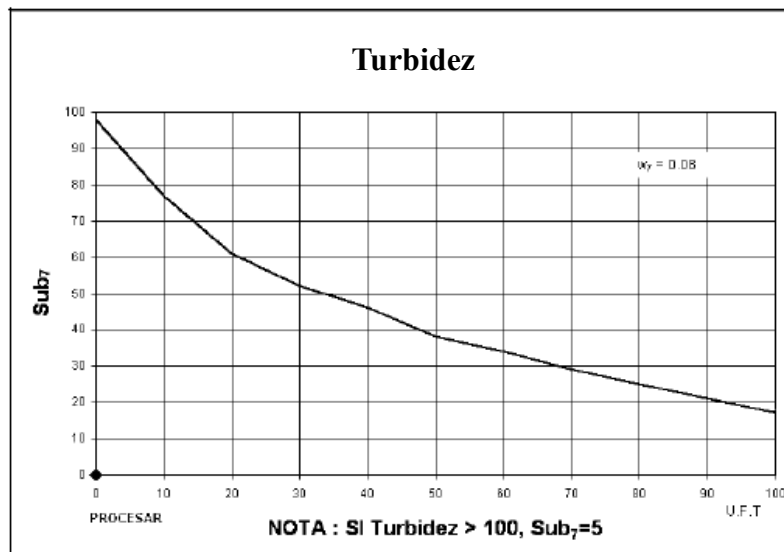
Valoración de la calidad de agua en función del cambio de temperatura.



Nota. Adaptado de SNET (2012).

Figura 15

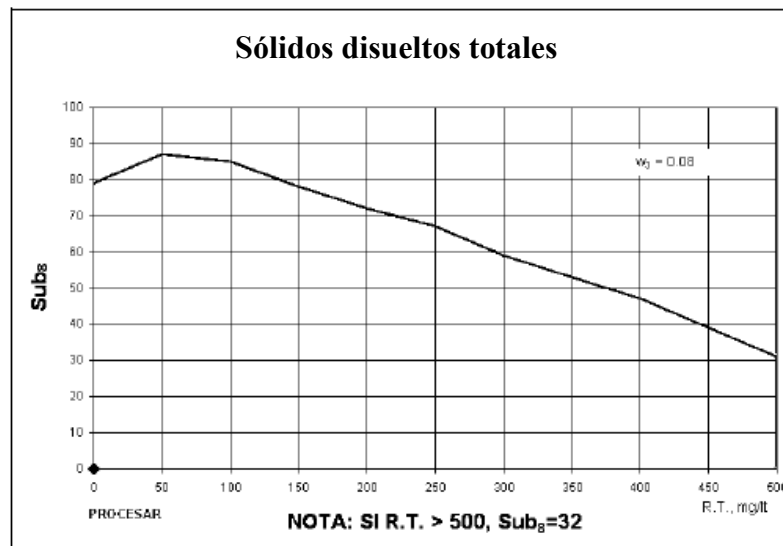
Valoración de la calidad de agua en función de la turbidez.



Nota. Adaptado de SNET (2012).

Figura 16

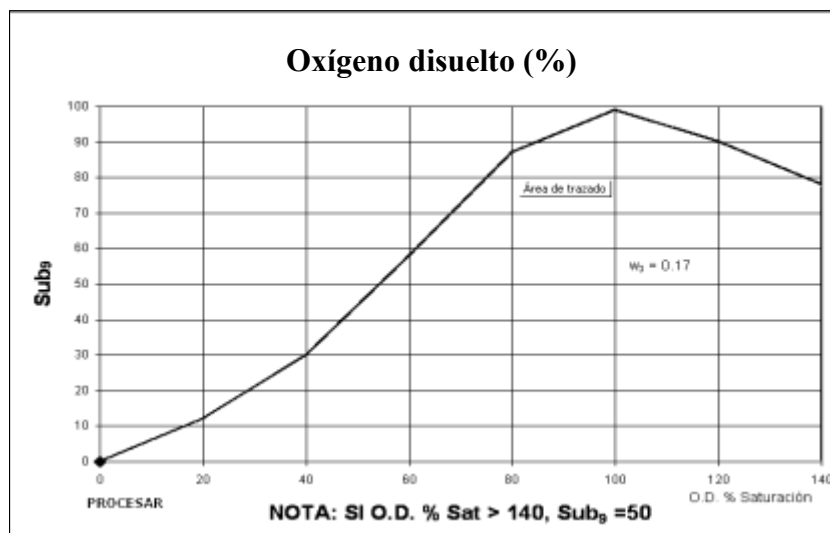
Valoración de la calidad de agua en función de los sólidos disueltos totales.



Nota. Adaptado de SNET (2012).

Figura 17

Valoración de la calidad de agua en función del % de saturación del oxígeno disuelto.



Nota. Adaptado de SNET (2012).

Calificación la calidad del agua, como Muy Mala, Mala, Regular, Buena y Excelente. Ver Tabla 5.

Tabla 5*Escala cualitativa de clasificación del ICA-NSF.*

ICA - NSF	Calificación	Interpretación
91-100	Excelente	No requiere de Purificación
71-90	Bueno	Ligera Purificación
51-70	Media	Consumo dudoso sin Purificación
26-50	Malo	Requiere tratamiento potabilizador
0-25	Muy Mala	Dudoso para su consumo

Nota. Adaptado de: Hernández (2023).

2.4.5. Procedimiento para el cálculo del índice de calidad de agua (ICA-PE)

El Índice de Calidad de Agua para Perú (ICA-PE) es una herramienta que permite evaluar de manera simplificada el estado de la calidad del agua, otorgando una puntuación que varía de 0 a 100 %. Para calcularlo, se deben seguir pasos que incluyen la selección de parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se consideran relevantes para la calidad del agua. ANA (2018)

2.4.5.1. Descripción del método para determinar el ICA-PE.

De acuerdo con la Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales, el ANA, (2018), determina los siguientes pasos:

2.4.5.2. Definición de la zona de estudio.

Una vez identificada la zona de estudio ya sea una cuenca, río o parte de un curso de agua, es necesario realizar una breve descripción de esta, ubicación política y geográfica, destacando las características hidrográficas (vertiente hidrográfica, río principal y afluentes, nacimiento, entre otras); así como señalar las principales actividades productivas y/o poblaciones presentes. ANA, (2018)

2.4.5.3. Información base necesaria.

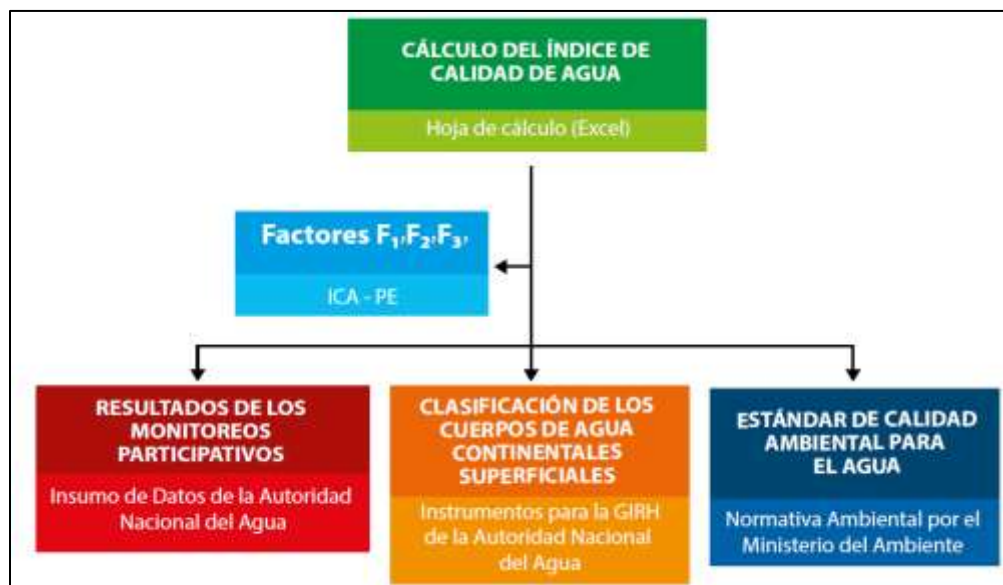
Para la determinación del ICA de un punto de monitoreo, en un curso de agua, en un río o cuenca; es necesario contar con la data suficiente, información que proviene de las actividades que realiza la ANA en el marco del control y la vigilancia de los recursos hídricos.

En este caso para la ANA, el monitoreo de la calidad del agua de las cuencas constituye una de las actividades primordiales dentro de la gestión de los recursos hídricos. Cuyos resultados son presentados mediante informes técnicos, que contienen la evaluación del estado de la calidad del agua de la cuenca (o parte de un curso de agua) respecto a los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua (ECA- Agua). ANA (2018).

La información base necesaria para la determinación del ICA-PE se muestra en la Figura 18, donde muestra los principales factores para calcular el ICA-PE, donde tiene especificado para su aplicación según el tipo de cuerpos de agua que se analizara, además de analizar si cumplen con las normativas ambientales vigentes.

Figura 18

Información base necesaria para la determinación del ICA.-PE



Nota. Tomado de ANA (2018).

2.4.5.4. Cálculo del índice de calidad de agua (ICA-PE).

Según la ANA, (2018), para la determinación del índice de calidad de agua se aplica la fórmula canadiense, que comprende tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), lo que resulta del cálculo matemático un valor único (entre 0 y 100), que va a representar y describir el estado de la calidad del agua de un punto de monitoreo, un curso de agua, un río o cuenca. La definición y determinación de estos tres factores se describen a continuación:

F1- Alcance: representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua) vigente, respecto al total de parámetros a evaluar.

F2- Frecuencia: representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA- Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (datos que corresponden a los resultados de un mínimo de 4 monitoreos).

F3- Amplitud: Es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos. Para la determinación del “ICA” interviene 9 parámetros, los cuales son:

1. Coliformes termo tolerantes (NMP/100 mL).
2. pH (en unidades de pH).
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L).
4. Nitratos (NO_3^- en mg/L).
5. Fosfatos (PO_4^{3-} en mg/L).
6. Cambio de la Temperatura (en °C)
7. Turbidez (en NTU)
8. Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
9. Oxígeno disuelto (OD en % saturación).

➤ Cálculo del índice de calidad del agua

Según lo establecido por el ANA (2018), una vez que se tienen los valores de los factores F1, F2 y F3, se procede a calcular el Índice de Calidad de Agua. Este índice se

determina restando el resultado de la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de estos tres factores al valor de 100. El resultado se expresa en una escala que va desde 100, indicando una calidad de agua excelente, hasta 0, que corresponde a una calidad de agua muy deficiente. La fórmula utilizada se presenta a continuación:

$$ICA - PE = 100 - \sqrt{\frac{F1^2 + F2^2 + F3^2}{3}}$$

Califican la calidad del agua, como Pésimo, Malo, Regular, Buena y Excelente. Ver Tabla 6.

Tabla 6
Interpretación de la calificación ICA- PE.

ICA - PE	Calificación	Interpretación
95-100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados
80-94	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
65-79	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
45-64	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento
0-44	Pésimo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

Nota. Tomado del ANA (2018).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO

3.1.1. Ubicación política

El trabajo de investigación calidad del agua superficial de la microcuenca Yanacocha-La Encañada de la comunidad campesina de la Encañada, se realizó en la región Cajamarca; provincia de La Encañada, en el distrito de La Encañada, ubicación de la microcuenca se presenta a continuación (Ver Tabla 7 y Plano 01).

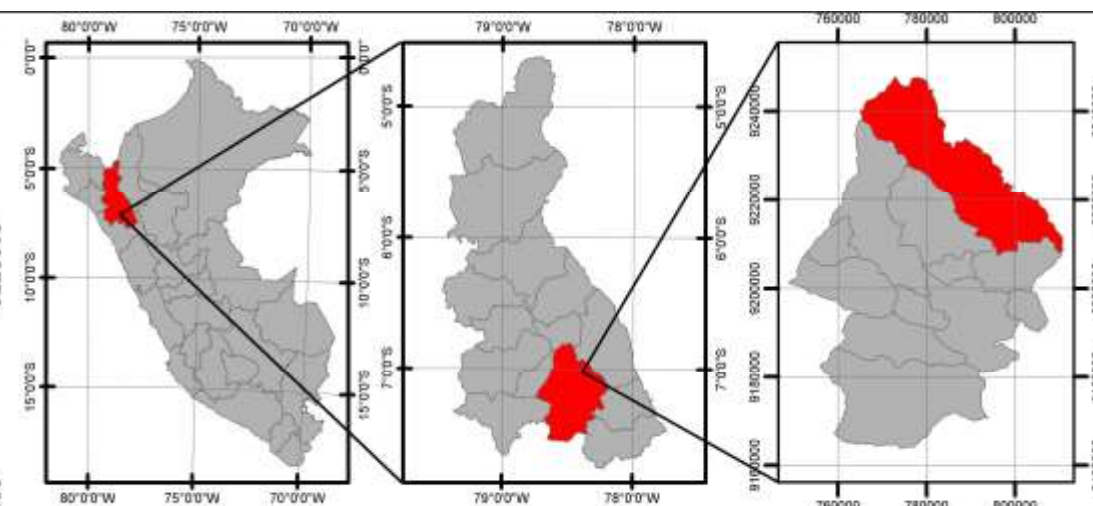
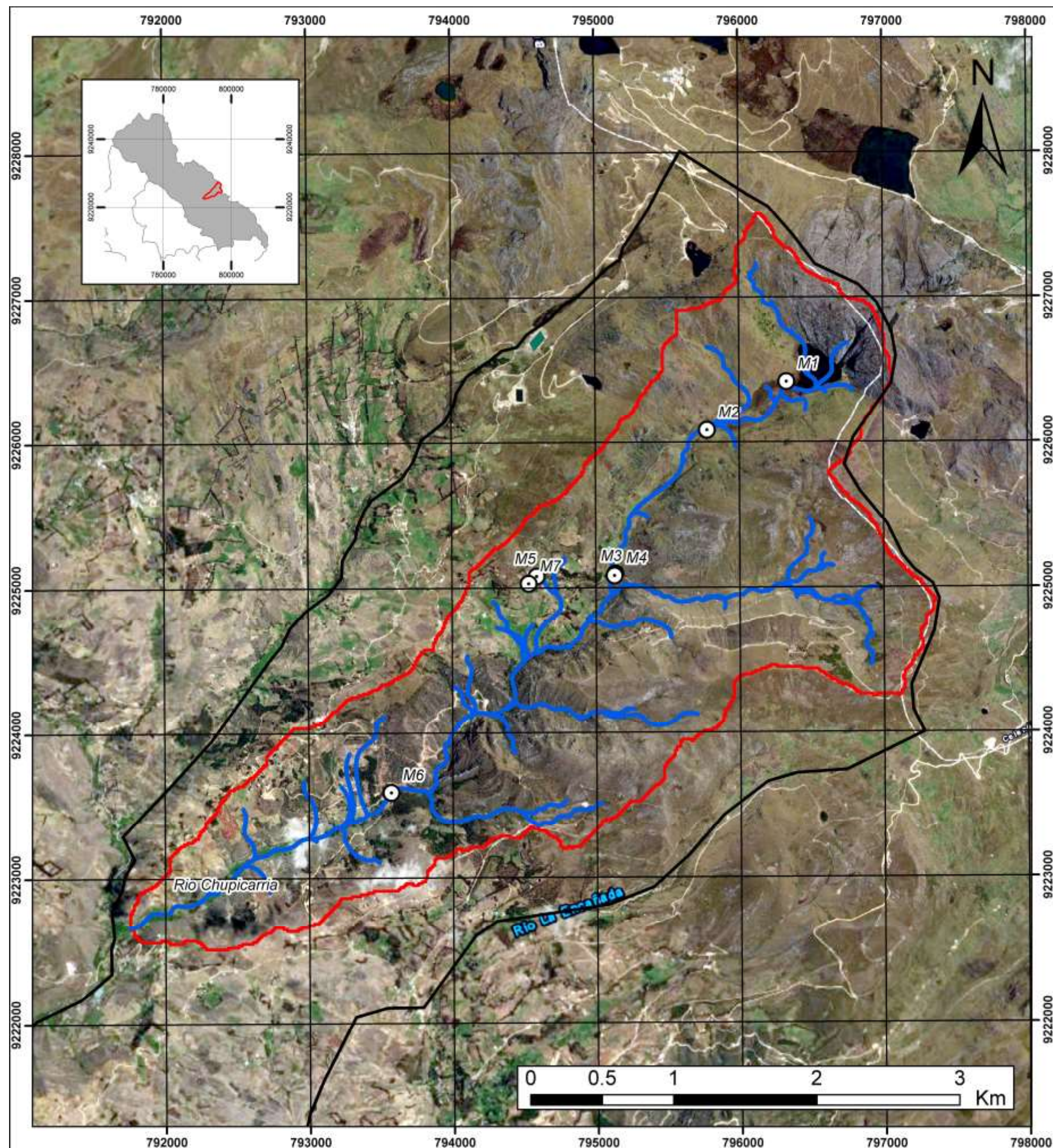
Tabla 7
Ubicación de la microcuenca Yanacocha-La Encañada

N°	Nombre de la Microcuenca	Coordenadas del área (DATUM WGS-84)	
		Este	Norte
1	Yanacocha	791000	9221500
2	Yanacocha	797000	9221500
3	Yanacocha	797000	9228000
4	Yanacocha	791000	9228000

Nota. Tomado de imágenes satelitales

3.1.2. Ubicación hidrográfica

Región Hidrográfica	:	Vertiente del Atlántico
Cuenca	:	Crisnejas
Subcuenca	:	Chonta
Microcuenca	:	Yanacocha-La Encañada

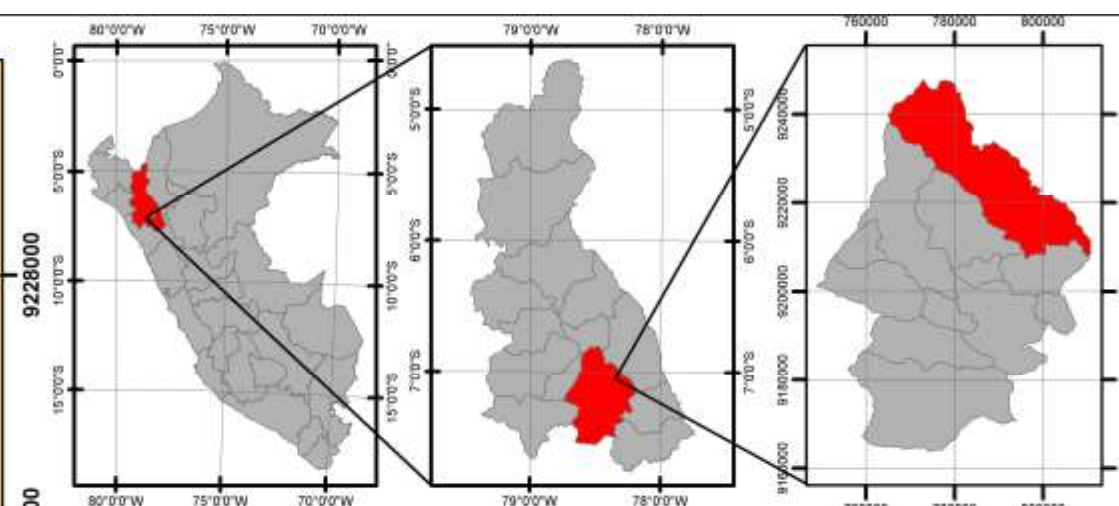
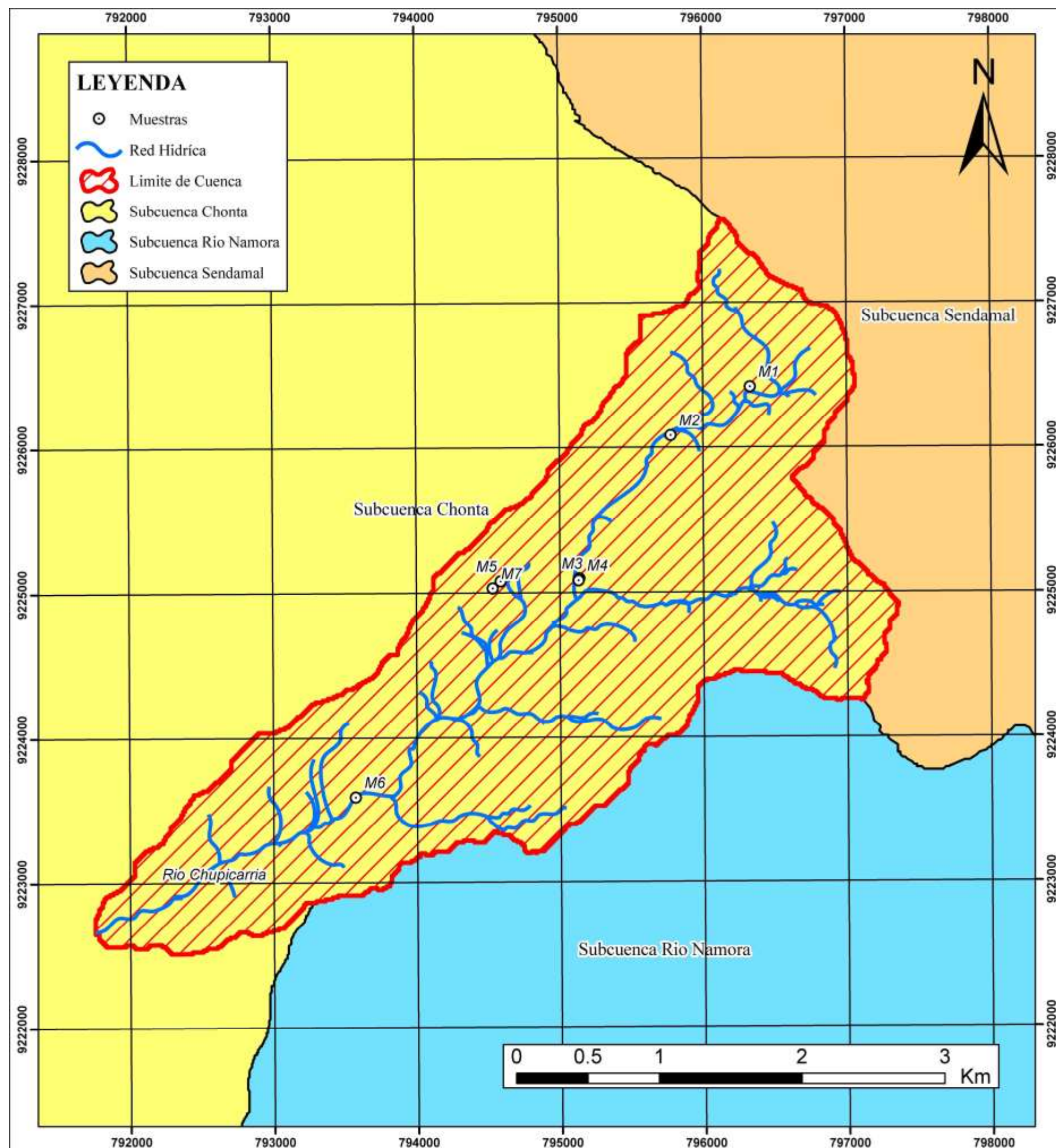


LEYENDA

- Muestras
- Red Hídrica
- CC. La Encañada
- Limite de Cuenca

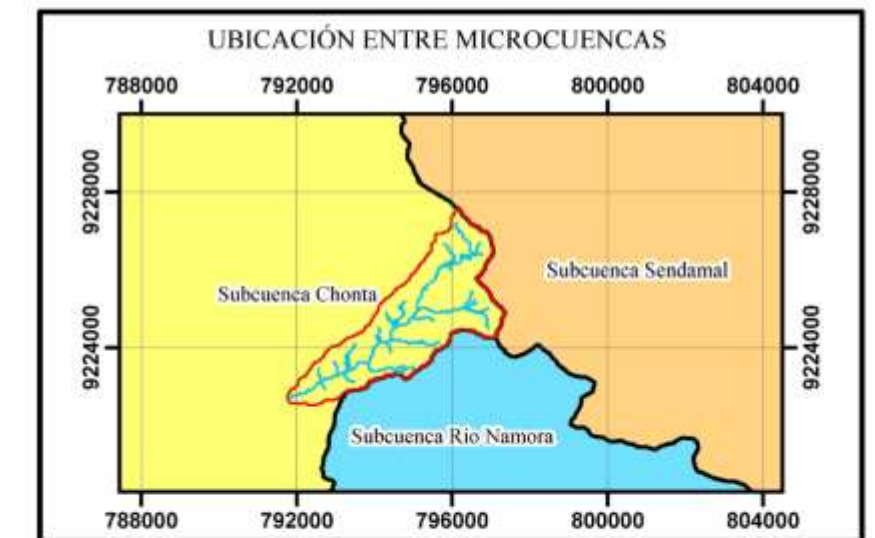
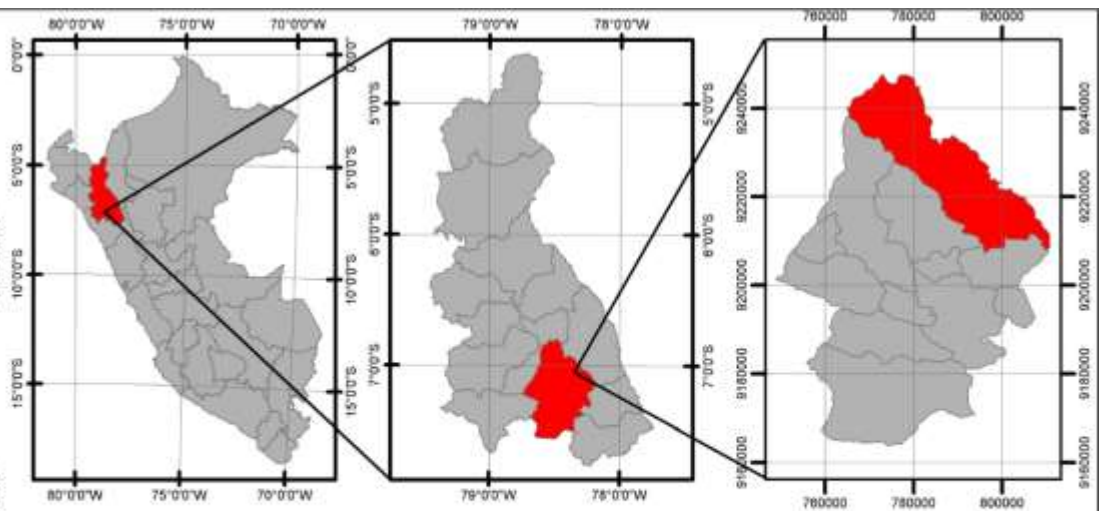
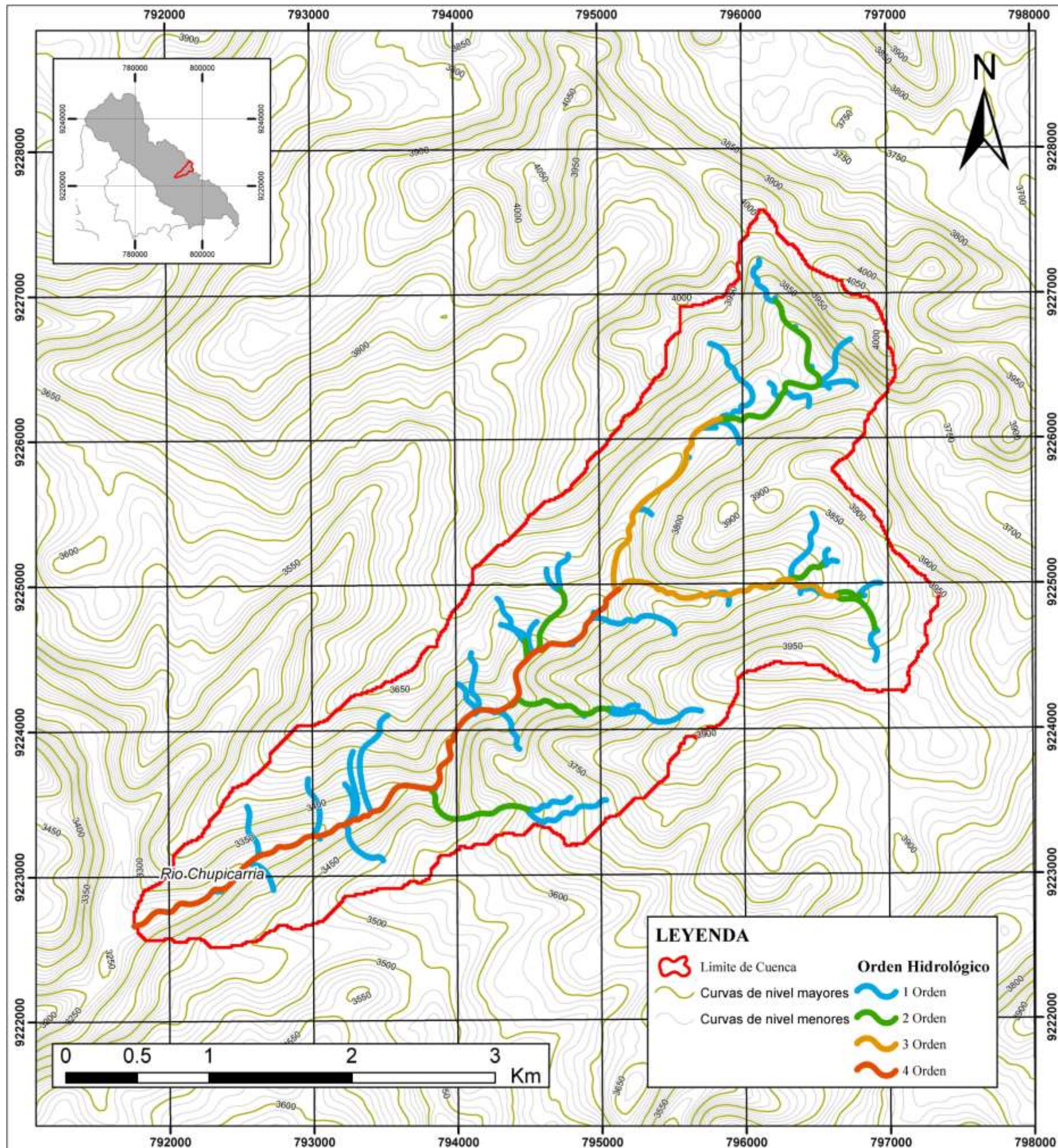
MUESTRA	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
M1	9226417	796329	Laguna Yanacocha
M2	9226083	795776	Drenaje de laguna Yanacocha
M3	9225097	795136	Quebrada Llipia
M4	9225084	795130	Quebrada Cancha Corral
M5	9225079	794588	Filtraciones de Aguas Subterráneas
M6	9223590	793572	Aguas debajo de la Microcuenca
M7	9225030	794532	Manantial de Agua Subterránea Fisurada

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO DOCTORADO EN CIENCIAS MENCIÓN: GESTION AMBIENTA Y RECURSOS NATURALES 		
TESIS: ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA-LA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN MANANTIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS		
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
CAJAMARCA	CAJAMARCA	LA ENCAÑADA
PLANO: PLANO DE UBICACIÓN		
TESISTA:	ASESOR:	PLANO N°:
Wilver Morales Céspedes	Dr. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado	01
DATUM:	FECHA:	ESCALA:
WGS - 84 UTM Zona 17 S	Febrero 2026	1:30000



MUESTRA	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
M1	9226417	796329	Laguna Yanacocha
M2	9226083	795776	Drenaje de laguna Yanacocha
M3	9225097	795136	Quebrada Lipia
M4	9225084	795130	Quebrada Cancha Corral
M5	9225079	794588	Filtraciones de Aguas Subterráneas
M6	9223590	793572	Aguas debajo de la Microcuenca
M7	9225030	794532	Manantial de Agua Subterránea Fisurada

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO DOCTORADO EN CIENCIAS MENTIÓN: GESTION AMBIENTA Y RECURSOS NATURALES 		
TESIS: ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOCOA-LA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN MANANTIALES Y AGUAS SUBTERRANEAS		
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
CAJAMARCA	CAJAMARCA	LA ENCAÑADA
PLANO:		
PLANO DE UBICACIÓN HIDROLÓGICO		
TESISTA:	ASESOR:	PLANO N°:
Wilver Morales Céspedes	Dr. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado	02
DATUM:	FECHA:	ESCALA:
WGS - 84 UTM Zona 17 S	Febrero 2026	1:30000



MUESTRA	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
M1	9226417	796329	Laguna Yanacocha
M2	9226083	795776	Drenaje de laguna Yanacocha
M3	9225097	795136	Quebrada Lipia
M4	9225084	795130	Quebrada Cancha Corral
M5	9225079	794588	Filtraciones de Aguas Subterráneas
M6	9223590	793572	Aguas debajo de la Microcuenca
M7	9225030	794532	Manantial de Agua Subterránea Fisurada

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO DOCTORADO EN CIENCIAS MENTIÓN: GESTION AMBIENTA Y RECURSOS NATURALES		
	TESIS: ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA-LA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN MANANTIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS		
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA	DISTRITO: LA ENCAÑADA	
PLANO: PLANO HIDROLÓGICO			
TESISTA: Wilver Morales Céspedes	ASESOR: Dr. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado	PLANO N°: 03	
DATUM: WGS - 84 UTM Zona 17 S		FECHA: Febrero 2026	ESCALA: 1:30000

3.1.3. Ubicación geográfica

El área de investigación se localiza en la microcuenca Yanacocha- La Encañada, ubicadas en distrito de La Encañada, provincia y región de Cajamarca. Se ubica aproximadamente a 900 km al noreste de la ciudad de Lima y a 45 km de la ciudad Cajamarca, a una altitud que varía entre los 3,275 msnm y 4,000 msnm.

3.1.4. Accesibilidad

El acceso al área de investigación desde la capital del Perú es por vía aérea hasta el Aeropuerto Mayor General FAP Armando Revoredo Iglesias de Cajamarca, para luego continuar por vía terrestre desde la ciudad de Cajamarca por vía asfaltada hasta el distrito de La Encañada para luego tomar el desvío hacia la zona de la comunidad campesina de La Encañada, por trocha hasta el área de Estudio. Ver tabla 8.

➤ *Por la ruta de Sogorón Alto*

Tabla 8

Ruta de acceso a la zona de estudio

DESDE	HACIA	DISTANCIA	TIPO DE VIA	TIEMPO h/min
Cajamarca	La Encañada	32.0 Km	Carretera asfaltada	45 min
La Encañada	Sogorón Alto	9.0 Km	Carretera Afirmada	20 min
Sorogón Alto	Zona de Estudio	11.0 Km	Trocha carrozable	20 min
Cajamarca	Chamcas	52.0 Km	Trocha carrozable	1h. 25 min

Nota: Esta tabla muestra la ruta de acceso, tipo de vía y tiempo, para llegar a la zona de estudio.

3.1.5. Población

Desde una perspectiva espacial, el área de estudio abarca el tramo comprendido entre los puntos de muestreo estratégicamente situados a lo largo del cauce principal de la microcuenca Yanacocha-La Encañada, que forma parte de la subcuenca Chonta y se integra dentro de la cuenca hidrográfica del Crisnejas. Esta zona, considerada como el objeto de análisis, presenta una longitud aproximada de 6.37 km y una superficie de 0.6 km², según datos de Google Maps (2022).

3.1.6. Clima y meteorología

Para el desarrollo del estudio de Clima y Meteorología, se ha consultado información meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), con el objetivo de realizar el análisis espacial, temporal y puntual del área de estudio, que permita caracterizar el comportamiento de los elementos meteorológicos de mayor importancia como son: temperatura.

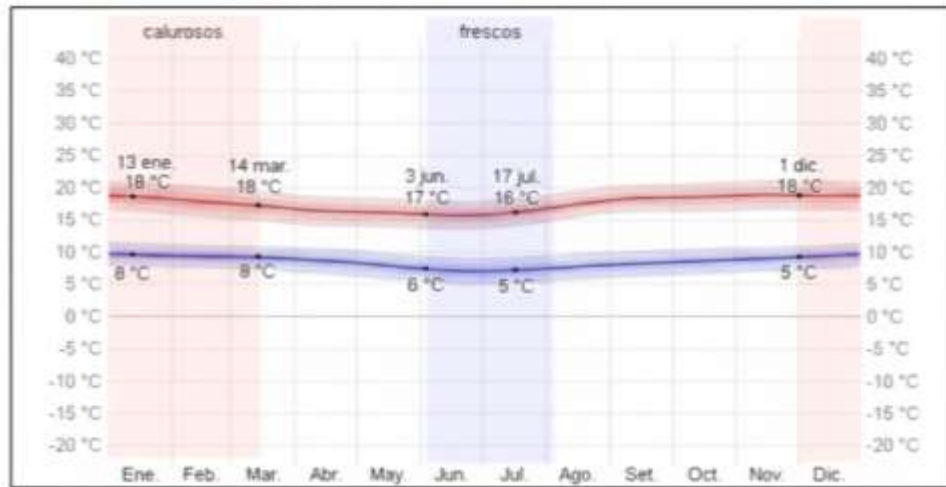
De acuerdo con el análisis de los datos se ha identificado un comportamiento temporal climático típico de este tipo de ecosistemas, con una marcada estacionalidad y periodos establecidos de humedad y estiaje.

También se obtuvo la relación entre la temperatura y la precipitación con la altitud. Encontrándose la zona de exploraciones entre los 2,750 msnm y los 4,000 msnm, la temperatura promedio típica oscila entre 19 °C y 5 °C y la precipitación promedio oscila entre 54 mm en época húmeda y 1.0 mm. en época de estiaje.

En la figura 19 se muestra la variabilidad de las Temperaturas Ambiente durante el año 2023 tomados del Boletín del *SENAMHI*, estos datos serán referenciales de comparación con el monitoreo de campo in situ que se realizó en el mes de marzo en época húmeda (H) y servirán para calcular el parámetro de Temperatura para el análisis y valoración del ICA-NSF.

Figura 19:

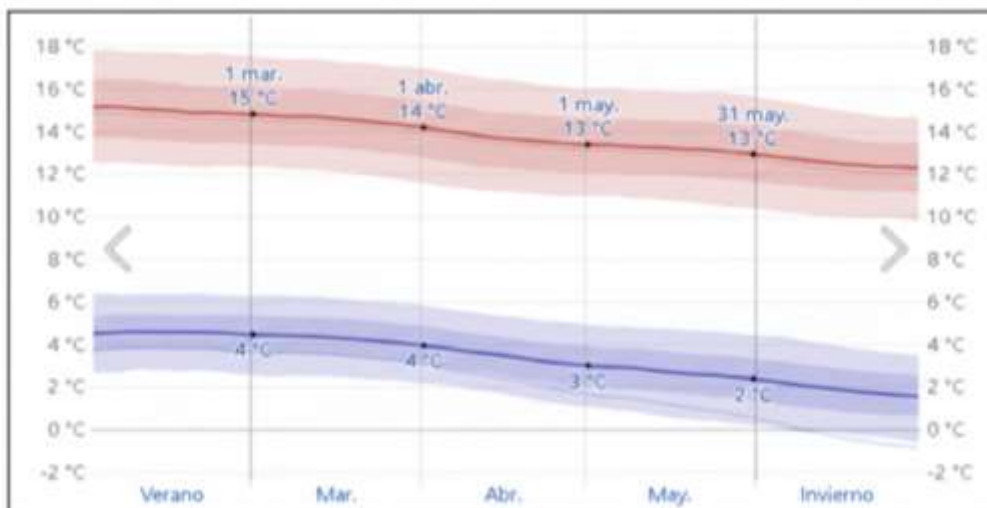
Temperatura máxima y mínima promedio en La Encañada Marzo - 2023



Nota. Tomado de boletín de SENAMHI (2023).

Figura 20

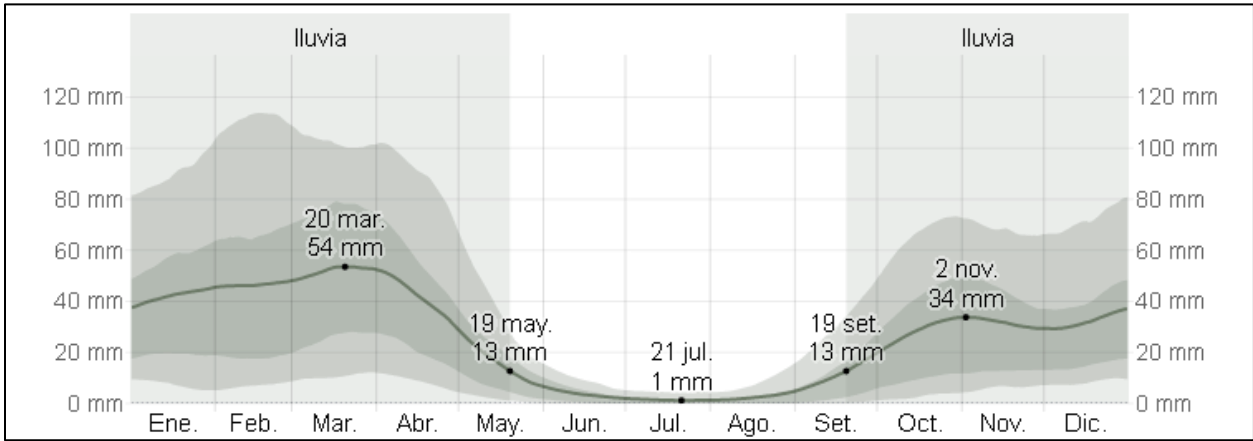
Temperatura máxima y mínima promedio en La Encañada Junio - 2024.



Nota. Tomado de boletín de SENAMHI (2024).

Figura 21

Promedio mensual de la lluvia en La Encañada Marzo - 2023.



Nota. Tomado de boletín de SENAMHI (2023).

Figura 22

Promedio mensual de la lluvia en Cajamarca Junio - 2024.



Nota. Tomado de boletín de SENAMHI (2024).

De acuerdo con el boletín del SENAMHI (2023), en la región de Cajamarca se observa una notable variación en la cantidad de lluvia dependiendo de la estación. Para reflejar estos cambios a lo largo del mes, se presenta la precipitación acumulada en un intervalo de 31 días, centrado en cada fecha del año, en lugar de mostrar únicamente los totales mensuales. La temporada de lluvias se extiende por aproximadamente 8 meses, desde el 19 de septiembre hasta el 19 de mayo, periodo en el que el promedio móvil de 31 días supera los 13 milímetros de

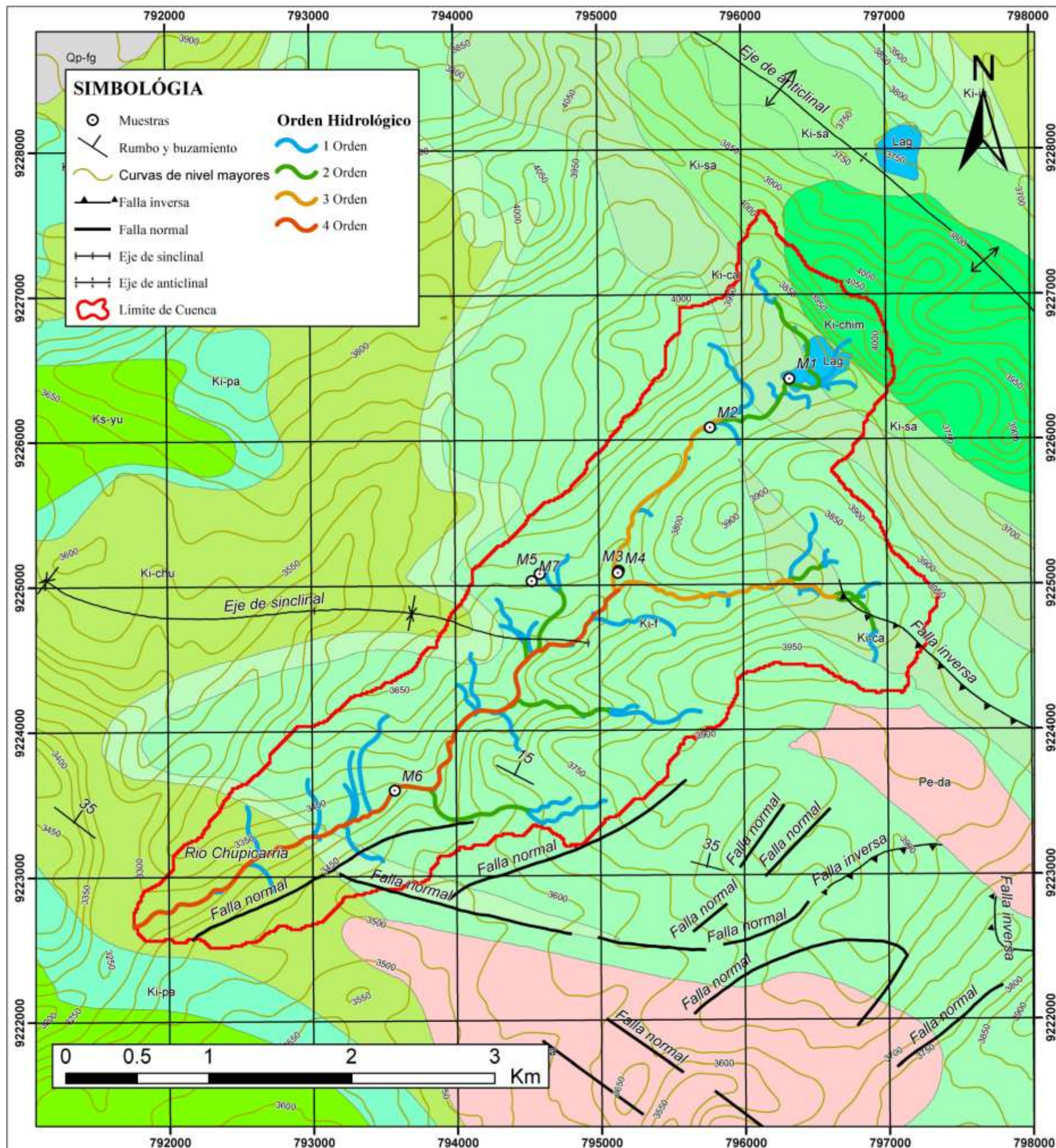
precipitación. El mes más lluvioso es marzo, con un promedio de 54 milímetros. Por otro lado, la época seca abarca cerca de 4 meses, desde el 19 de mayo hasta el 19 de septiembre, siendo julio el mes más seco, con solo 1 milímetro de lluvia en promedio.

3.1.7. Geología

Las principales litologías regionalmente corresponden a distintos ambientes de formación, principalmente son condicionados por un ambiente continental correspondiendo al Grupo Goyllarisquizga en donde afloran las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat, siendo esta última unidad (en el área de estudio) la que delimita estratigráficamente con los depósitos más recientes representados por los sedimentos fluvioglaciares que rellenan los valles y en menor escala depósitos aluviales, fluviales y bofedales localizados en laderas, planicies y pequeñas quebradas.

El ámbito estructural es una gran condicionante del relieve en el lugar donde se puede observar zona de plegamientos, fallas geológicas con orientaciones de noreste-suroeste y a su vez orientaciones de suroeste-noreste.

Las unidades más recientes están representadas por depósitos glaciares y glaciofluviales que rellenan los valles y en menor escala depósitos aluviales y coluviales sobre las laderas, relleno de pequeñas quebradas. Se muestra en el Plano 04.



Columna Estratigrafica de la Cuenca

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	ESPESOR	LITOLOGIA
MESOZOICO	CRETÁCEO	INFERIOR	FORMACIÓN YUMAGUAL	700	
			FORMACIÓN PARIATAMBO	200	
			FORMACIÓN CHULEC	250	
		GRUPO: GOYLARISQUIZGA	FORMACIÓN INCA	150	
			FORMACIÓN FARRAT	500	
			FORMACIÓN CARHUAZ	500	
			FM SANTA	100	
			FORMACIÓN CHIMU	80-600	
		SUPERIOR	FORMACIÓN SANTA		
			FORMACIÓN CHIMU		

MUESTRA	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
M1	9226417	796329	Laguna Yanacocha
M2	9226083	795776	Drenaje de laguna Yanacocha
M3	9225097	795136	Quebrada Llipia
M4	9225084	795130	Quebrada Cancha Corral
M5	9225079	794588	Filtraciones de Aguas Subterráneas
M6	9223590	793572	Aguas debajo de la Microcuenca
M7	9225030	794532	Manantial de Agua Subterránea Fisurada

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO DOCTORADO EN CIENCIAS MENCIÓN: GESTION AMBIENTA Y RECURSOS NATURALES 		
TESIS: ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA-LA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN MANANTIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS		
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
CAJAMARCA	CAJAMARCA	LA ENCAÑADA
PLANO: PLANO GEOLÓGICO		
TESISTA:	ASESOR:	PLANO N°:
Wilver Morales Céspedes	Dr. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado	04
DATUM:	FECHA:	ESCALA:
WGS - 84 UTM Zona 17 S	Febrero 2026	1:30000

3.1.8. Unidades morfológicas

Las unidades morfológicas de una microcuenca hidrológica se refieren a las diferentes formas y estructuras geográficas que influyen en el drenaje y la distribución del agua en esa área. Las más significativas incluyen superficies cumbrales, laderas desarrolladas sobre diferentes tipos de rocas como las intrusivas y sedimentarias, así como la pendiente media del cauce y de la microcuenca, lo que afecta el comportamiento hidrológico y geomorfológico de la microcuenca tomando en consideración tales como Área, Longitud, Perímetro, y Pendiente. La ubicación geomorfológica del área de estudio corresponde a una transición entre la zona de valle interandino y la superficie puna o altiplanicie. La quebrada Yanacocha presenta una morfología de relieve moderado, mientras que la parte alta de la cuenca presenta valles del tipo U. La microcuenca tiene una elevada tasa de erosión, motivada por causas naturales y labores agrícolas en terrenos susceptibles a la erosión. Desde el punto de vista morfoclimático se ha determinado dos zonas geomorfológicas: altoandina y mesoandina. La primera es una zona fría ubicada sobre los 3,700 msnm cubierta por gramíneas naturales, y la segunda es una zona templada ubicada por debajo de los 3,700 msnm cubierta por cultivos, gramíneas naturales y arbustos dispersos. Según Plano N-04.

➤ Determinación del área de la Microcuenca Yanacocha-La Encañada.

Rodríguez y Huamán (2016), clasifican a las unidades morfogenéticas mediante dos parámetros fundamentales como son el área y las ordenes de drenaje, y los dividen en Microcuenca, subcuenca y cuenca. Dicha clasificación se observa en la Tabla 9.

Tabla 9*Clasificación de las unidades hidrográficas*

Unidad hidrográfica	Área (km ²)	Orden de drenaje
Microcuenca	< 40	1, 2, 3
Subcuenca	40 - 350	4, 5
Cuenca	> 350	6 a más

Nota. Tomado de Rodríguez & Huamán (2016).

➤ ***Perímetro de la Cuenca Hidrográfica.***

Ordoñez (2011) menciona que es la longitud del contorno del área de la cuenca es un parámetro importante, pues en conexión estafa el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula “P”.

➤ ***Longitud de la Microcuenca L.***

Distancia medida desde la salida de la microcuenca, hasta el límite de origen del cauce principal, a lo largo de una línea recta. Se mide con SIG y se expresa en metros o Km; la longitud de la microcuenca es la distancia paralela a la longitud del cauce principal.

➤ ***Pendiente de la corriente principal de la cuenca hidrográfica.***

Representa el cambio de elevación del perfil del cauce principal, este parámetro se expresa normalmente en grados y/o en porcentaje. Esta característica contribuye a definir la velocidad de la escorrentía superficial de la corriente de agua, en donde a mayor pendiente, mayor velocidad del agua; este parámetro se asocia al régimen hidráulico de la corriente y a su torrencialidad (Díaz y Alarcón, 2018).

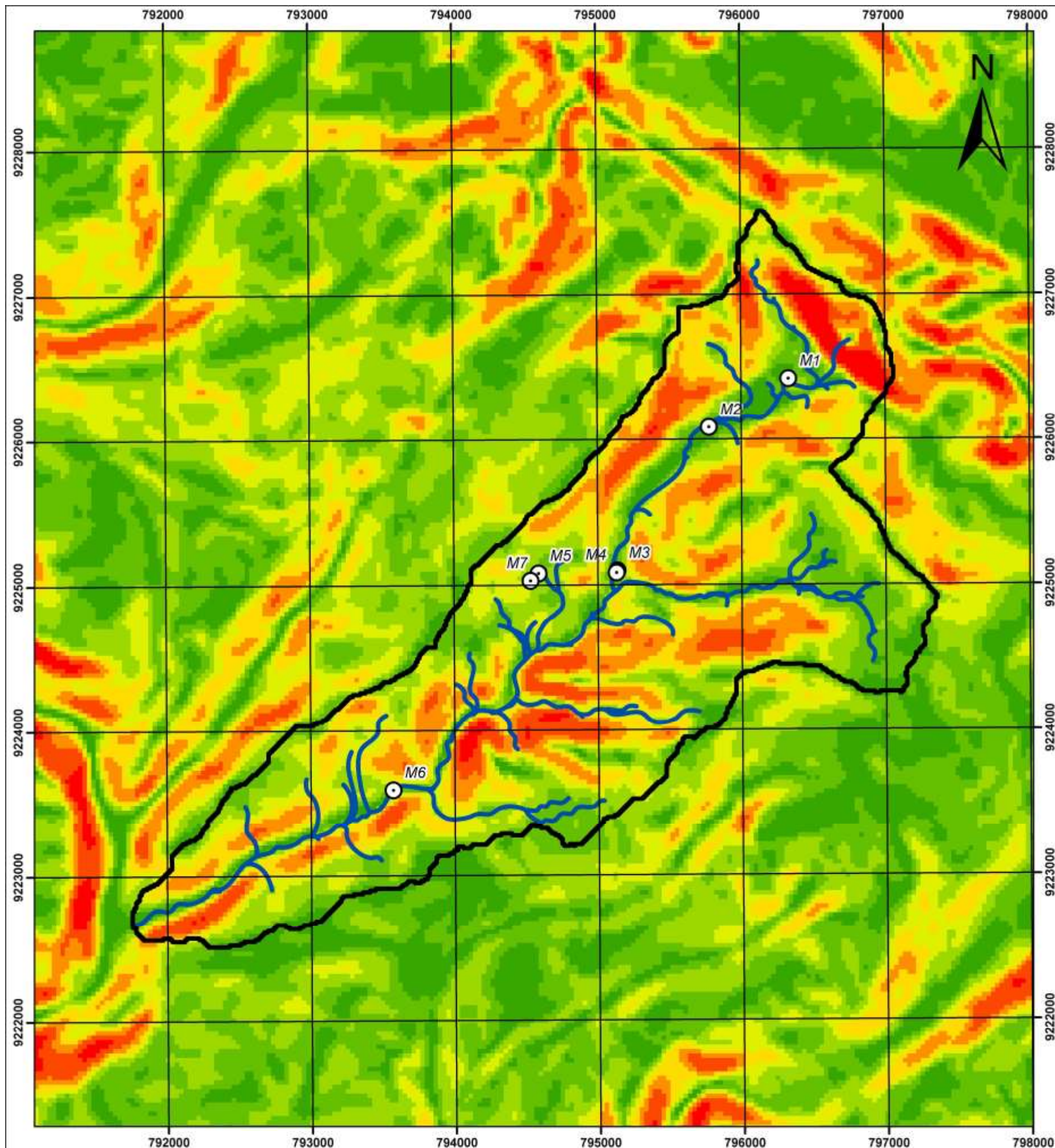
Genéricamente es la declividad del río entre dos puntos. Para la subcuenca se considera el promedio de la pendiente del río principal entre la altura máxima (HM) y altura mínima (Hm) entre la longitud del río más largo o principal (L) (Rodríguez y Huamán, 2016).

$$Ic = \frac{HM - Hm}{1000 * L}$$

L= Longitud del río más largo o Río principal (Km).

HM= Altitud máxima del lecho de río (m), referido a msnm.

Hm= Altitud mínima del lecho de río (m), referido a msnm.



PARAMETROS DE LA CUENCA		
Geometría		
Area	10.55	Km ²
Perímetro	23.28	Km
Largo	6.71	Km
Ancho	1.57	Km

SIMBOLÓGIA	
	Muestras
	Límite de Cuenca
	Red Hidrica

PENDIENTES	
	0 - 7
	7 - 12
	12 - 17
	17 - 22
	22 - 27
	27 - 32
	32 - 39
	39 - 57

MUESTRA	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
M1	9226417	796329	Laguna Yanacocha
M2	9226083	795776	Drenaje de laguna Yanacocha
M3	9225097	795136	Quebrada Llipia
M4	9225084	795130	Quebrada Cancha Corral
M5	9225079	794588	Filtraciones de Aguas Subterráneas
M6	9223590	793572	Aguas debajo de la Microcuenca
M7	9225030	794532	Manantial de Agua Subterránea Fisurada



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO DOCTORADO EN CIENCIAS MENCIÓN: GESTION AMBIENTA Y RECURSOS NATURALES	
TESIS: ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA-LA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN MANANTIALES Y AGUAS SUBTERRANEAS		
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA	DISTRITO: LA ENCAÑADA
PLANO: PLANO DE PENDIENTES		
TESISTA: Wilver Morales Céspedes	ASESOR: Dr. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado	PLANO N°: 05
DATUM: WGS - 84 UTM Zona 17 S	FECHA: Febrero 2026	ESCALA: 1:30000

3.1.9. Hidrología

Para la caracterización hidrológica se ha tomado como unidad de análisis la red de drenaje de la microcuenca Yanacocha-La Encañada. Durante la etapa de campo realizada en dos épocas bien definidas mes de marzo (época húmeda)2023, y Junio (época seca) de 2024, se han muestreado 07 puntos de la red hidrográfica, con el objetivo de cuantificar espacialmente el escurrimiento de las fuentes de agua. En estos periodos de medición se comprobó la estacionalidad de las fuentes de agua al no encontrar caudales significativos en varias quebradas en el mes de junio. Esto denota que, si bien se tienen fuentes permanentes de agua en la zona, los ríos no cargan un alto caudal durante el año, hasta la llegada de las lluvias, donde aumentan los caudales en todas las fuentes, reactivándose las quebradas secas. Aun así, el agua presente en la quebrada es suficiente para usos agrícolas y poblacionales, aún en época seca.

3.1.10. Hidrogeología

La hidrogeología es el estudio y la prospección de las aguas subterráneas, la evaluación de las reservas y recursos acuíferos, así como su explotación racional y su conservación; estos son aspectos muy importantes para contar con agua destinada al consumo humano, así como para el desarrollo agrícola, económico e industrial de la zona de estudio (Rodríguez y Huamán, 2016).

Los estudios e investigaciones realizados en la zona son aún muy incipientes, pues solo existen alcances teóricos que rara vez se están considerando para asegurar la disponibilidad de agua en el presente y futuro, lo que está generando serias preocupaciones para las autoridades, empresas de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, así como para las empresas mineras que requieren de las fuentes de aguas subterráneas para procesar la extracción de minerales o, en su defecto, drenar las aguas subterráneas para que las operaciones de extracción y procesamiento de minerales se realicen bajo condiciones óptimas de saturación del agua subterránea. Estos inconvenientes son el origen de conflictos entre el Estado, la empresa privada y las comunidades dentro del área de influencia directa de un proyecto minero, por la disponibilidad de aguas tanto en cantidad como en calidad (Rodríguez y Huamán, 2016).

En la zona de estudio se presentan formaciones consolidadas fisuradas con permeabilidad moderada, incluyendo formaciones kársticas (acuíferos fisurados), que corresponden a unidades geológicas con mayor cantidad de fracturas y fallas donde se encuentran las aguas subterráneas, distinguiéndose unidades sedimentarias, intrusivas, volcánicas y volcánico-sedimentarias, las cuales se describen a continuación (Rodríguez y Huamán, 2016):

- **Acuíferos fisurados sedimentarios en areniscas, cuarcitas, lutitas y conglomerados:** Agrupan grandes afloramientos de areniscas y cuarcitas, principalmente de las Formaciones Chimú, Grupo Goyllarisquizga, Formaciones Farrat y Carhuáz; además de areniscas y conglomerados del Grupo Mitu.
- **Acuíferos fisurados vulcano-sedimentarios:** Agrupan secuencias de derrames y/o piroclásticos con intercalaciones de sedimentos clásticos (areniscas, conglomerados y lutitas), de los volcánicos Oyotún, Tinajones, San Pablo, Porculla y Namballe.
- **Acuíferos fisurados calcáreos** (calizas, calizas y margas): Secuencias del Grupo Pucará, Formaciones Crisnejas y Celendín.

3.2. UNIDADES DE ANALISIS

Las muestras se tomaron siguiendo las normas de muestreo empleados, en el monitoreo cualitativo de los cuerpos hídricos de superficie, siguiendo las pautas metodológicas establecido por el ANA, para calificar el recurso agua en esta microcuenca, con criterios técnicos (ANA, 2016). Para la elección y recolección del muestrario se establecieron 7 estaciones de muestreo, en dos periodos diferentes, húmedo o de lluvia (H) y en época de estiaje o seco(S). La toma de muestras se realizó, el primero: en la cabecera de la microcuenca (laguna Yanacocha (M1) y el siguiente: aguas abajo zona de filtraciones de la laguna Yanacocha (M2), afluente de la Quebrada Llipia (M3) Intercepción de la quebrada Llipia y la quebrada Yanacocha (M4), Filtraciones de agua subterránea (M5), parte baja de la microcuenca Yanacocha-La Encañada (M6) y un manantial de agua subterránea (M7), emplazadas geo referencialmente de acuerdo con la Tabla 10.

3.2.1. Muestra

Algunas ocasiones en las investigaciones similares se tienden a realizar muestreos sin criterios probabilísticos. Generalmente porque las muestras son representativas a la población, o por razones económicos se limitan las obtenciones de muestras aleatorias, sopesando las restricciones económicas y la factibilidad del estudio (Porras, 2020).

Se tomaron 14 muestras de agua para su determinación in situ y así mismo se tomaron muestras de agua para análisis en laboratorio, las muestras de agua son provenientes de cada una de las estaciones ya establecidas en las dos épocas de muestreo de aguas naturales en la Microcuenca Yanacocha-La Encañada. A continuación, se detallan la toma de muestras de agua en campo in situ y así mismo se trasladaron inmediatamente dentro el plazo de 24 horas al laboratorio del departamento académico de ciencias químicas y dinámicas de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Procedimiento para la toma de muestras.

Además de los parámetros de campo, se han registrado los siguientes datos:

- Nombre de la persona que tomó la muestra.
- Fecha, hora y cualquier condición especial.
- Condiciones climatológicas.
- Condición del punto de muestreo.
- Coordenadas y altitud del punto de muestreo.
- Nombre de la muestra.
- Parámetros que deben analizarse para cada muestra.
- Tipo y cantidad de preservantes añadidos (en etiqueta y cadena de custodia); y
- Una fotografía del lugar de la toma de muestras.

Muestras de parámetros físico-químicos in situ:

Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L
Temperatura (T)	°C
Conductividad Eléctrica (Ce)	μS* cm
Solidos Totales Disueltos (STD)	mg/L
pH	Unidades pH

Muestras de parámetros físico-químicos, de análisis en laboratorio.

Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5)	mg/L
Nitratos (NO3)	mg/L
Fosfatos (PO4)	mg/L
Turbidez (NTU)	NTU
Coliformes fecales (CF)	NMP/100

3.2.2. Temporadas de muestreo

Se Determino dos épocas de muestreo, que están bien definidos en la zona de estudio, la primera época húmeda o de lluvia (H) y la segunda en época de estiaje o seco (S). estas épocas se determinaron al revisar información de SENAMHI de la zona de estudio, que señala como época Húmeda o de Lluvia entre los meses de octubre a abril y épocas de sequía entre los meses de mayo a setiembre. Se determino 7 estaciones de muestreo, obteniendo 14 muestras de agua que analizar durante las dos épocas de muestreo.

Procedimiento de Muestreo:

- Reconocimiento del sitio y georefenciacion del punto de monitoreo.
- Medición y lectura de Parámetros de campo
- Toma de Muestras
- Preservación
- Rotulado y etiquetado
- Llenado de la cadena de custodia
- Almacenamiento, conservación y transporte de la muestra
- Aseguramiento de control de calidad del muestreo.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Técnica de recolección de datos

Las muestras fueron evaluadas in situ, y dentro de las 24 horas se trasladó al laboratorio de la Universidad Nacional de Cajamarca, tomando en consideración dos épocas climáticas (H- húmedo y S- Sequía) con la finalidad de comparar la variabilidad temporal de sus valores físico químicos y bacteriológicos.

La selección de los puntos de muestreo se fundamentó de acuerdo con el análisis hidrográfico de la microcuenca Yanacocha y sus principales puntos de recarga y descarga, la ubicación en cabecera de cuenca de la laguna Yanacocha, los principales ríos afluentes de la microcuenca Yanacocha, zonas con presencia de bofedales y zonas de filtración de aguas provenientes de acuíferos fisurados.

Una vez identificado la zona de muestreo, se procedió a monitorear y la toma de muestras de agua, en frascos de 1 litro debidamente esterilizados un equipo multiparámetro marca Hanna modelo Hi9828.

3.3.2. Identificación de puntos de monitoreo

Los puntos de monitoreo para determinar la calidad de agua se identificaron en base a las condiciones de la microcuenca Yanacocha-La Encañada, considerando únicamente su uso de suelo puesto que la actividad antrópica es la causa más importante en el aumento de la contaminación del agua. Como se puede verificar en el plano hidrológico 02.

Los puntos de monitoreo fueron considerados en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, considerando que la ganadería se da en mayor proporción que la agricultura. Es importante mencionar, que en las partes altas de la microcuenca aún se conserva la vegetación y no existe actividad antrópica, a su vez se encuentra la laguna Yanacocha como fuente hidrológica importante en la microcuenca el cual debe ser aprovechado con un proyecto de represamiento de la laguna Yanacocha, como un regulador hídrico para almacenar mayor cantidad de agua en época húmeda (lluvias), la laguna Llipia y la quebrada del mismo nombre son aportantes del recurso hídrico a la microcuenca Yanacocha-La Encañada, ambas sirven como

reguladores hídricos en épocas de estiaje de esta manera mitigar los impactos de déficit de agua para la agricultura y ganadería de la comunidad campesina de La Encañada. Para el monitoreo de la calidad de agua se ubicó siete puntos de muestreo y dos épocas diferentes como: Época de Lluvia o húmeda (H) y otra en época de estiaje o seco (S), geomorfológicamente son considerados en la parte alta de la microcuenca, en la parte Media de la Microcuenca y finalmente en la parte baja de la Microcuenca Yanacocha-La Encañada, donde cada estación de muestreo tiene dos monitoreos en épocas diferentes, para realizar la comparación de la calidad de las aguas y así determinar la zonificación y comportamiento de las aguas superficiales y aguas subterráneas, con estos resultados las autoridades e instituciones encargadas diseñaran un plan estratégico para mitigar impactos negativos a futuro. (Plano Hidrológico 03).

En la tabla 10 se muestra las 7 Estaciones de muestreo georreferenciados.

Tabla 10

Estaciones de muestreo en la microcuenca Yanacocha-La Encañada

Estación	Ubicación de la estación	Altitud(m.s.n.m.)	UTM WGS 84	
			Este	Norte
M1	Cabecera de microcuenca Laguna Yanacocha	3741	796329.2	9226417
M2	Drenaje de la laguna Yanacocha	3728	795776.5	9226083
M3	Afluente de la Quebrada Llipia.	3649	795136	9225097
M4	Quebrada Chupicarria	3647	795130	9225084
M5	Filtraciones agua subterránea	3693	794588	9225079
M6	Parte baja de la microcuenca	3422	793572	9223590
M7	Manantial agua subterránea fisurado	3686	794532	922530

Nota. Ubicación de las 7 estaciones de muestreo.

M1 Ubicado en la parte alta de la microcuenca Yanacocha (Laguna Yanacocha) este punto de muestreo se ubica en la Laguna Yanacocha y es la que da origen a los ríos pedregal y rio Grande

M2 Ubicado en la parte baja de la laguna Yanacocha posible zona de la Presa Yanacocha, esta zona está rodeada de una serie de pantanos producto de la filtración de las aguas de la laguna Yanacocha con presencia de actividades agropecuarias.

M3 Ubicado en la desembocadura de la quebrada Llipia proveniente de la laguna Llipia, que es un aportante al río Chupicarria.

M4 Ubicado a 10 m de la intersección de la quebrada Yanacocha y quebrada Llipia que dan origen al río Chupicarria.

M5 Ubicado en la margen derecha aguas abajo de la microcuenca Yanacocha, que son aguas provenientes de filtraciones de acuíferos fisurados de la formación Farrat, que dan origen a bofedales y suelos con abundante vegetación propicia para la ganadería.

M6 Ubicado en la parte baja de la microcuenca referencia puente de acceso hacia el sector Rodacocha y Pedregal, donde se muestreo la calidad del agua.

M7 Ubicado un manantial de agua subterránea, proveniente de acuíferos fisurados de la formación Chimú, Santa, y Farrat, ubicado en la margen derecha de la microcuenca Yanacocha-La Encañada aguas abajo.

La distancia existente entre el primer punto de monitoreo M1 y M6 es de 3,950 m y la diferencia de cotas está desde los (3750.0 msnm y 3459.0 msnm). Tiene una pendiente promedio tipo suave según Ortiz (2004) enmarcado dentro de las unidades morfogénicas de planicies según (Rodríguez 2016).

3.3.3. Procedimiento de muestreo

- a) Identificación de la muestra: En cada etiqueta se especificaron el número, la fecha, la hora y el sitio exacto de recolección de la muestra.
- b) Para evitar la pérdida de compuestos orgánicos volátiles, las botellas se llenaron completamente hasta el borde antes de ser cerradas, asegurando que no quedara aire en su interior.
- c) Cierre de la muestra: Se emplearon sellos adhesivos donde se registró tanto el número como el lugar de muestreo correspondiente.
- d) Registro en cuaderno de campo: Toda la información mencionada fue documentada en un cuaderno de campo, incluyendo los resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos realizados a cada muestra.

e) Transporte de las muestras al laboratorio: Las muestras fueron llevadas al laboratorio de manera inmediata tras finalizar el proceso de recolección.

Para la toma de datos con el equipo multiparámetro Hanna Hi9828, para cada punto de muestreo in situ se utilizó agua destilada para realizar la limpieza de todos los accesorios del dispositivo multiparámetro, así obtener datos representativos y sin contaminación de los anteriores puntos muestreados.

3.3.4. Método de toma de las muestras.

La recolección de las muestras se realizó de manera manual, asegurando previamente la desinfección y/o esterilización de todos los instrumentos utilizados en el proceso. Este procedimiento garantizó que no existiera contaminación cruzada entre las muestras y que los resultados obtenidos fueran representativos del sitio de muestreo. Cada muestra fue identificada correctamente en su etiqueta, indicando el número, fecha, hora y lugar exacto de recolección. Además, las botellas fueron llenadas completamente hasta el borde para evitar la pérdida de compuestos orgánicos volátiles, y se emplearon sellos adhesivos con los datos del muestreo. Toda la información relevante se registró en el cuaderno de campo y, una vez recolectadas, las muestras se transportaron inmediatamente al laboratorio para su análisis.

3.3.5. Envases de las muestras.

Se utilizaron envases de plástico debidamente esterilizados para cada una de las muestras. Dé capacidad de 1 litro, etiquetadas con la estación y épocas de muestreo.

3.3.6. Toma y conservación de muestras

La finalidad de recolectar muestras en campo radica en obtener una cantidad de agua (de 1 litro) que sea suficientemente representativa y debidamente identificada para facilitar su traslado. Esto garantiza que la proporción y concentración de todos los componentes presentes en el agua se mantengan igual tanto en las muestras como en el sitio original, además de asegurar que las muestras sean manipuladas adecuadamente para evitar cualquier cambio relevante en su composición antes de los análisis correspondientes.

3.3.7. Análisis de resultados

Se ha empleado como laboratorio de análisis a la Universidad Nacional de Cajamarca, del departamento académico de ciencias químicas y dinámicas. Los resultados permitieron elaborar un formato de monitoreo de la calidad del agua con datos del muestreo y la valoración según el ICA test V1.0, el ICA-NSF en sus dos metodologías (aritmético y geométrico) y el ICA-PE como metodología comparativa. los informes de ensayo de laboratorio son presentados en el Anexo 7.2.

3.3.8. Procesamiento y análisis de datos cálculo del (ICA – NSF).

Al finalizar la etapa de muestreo en campo y la obtención de resultados en laboratorio, se realiza el procesamiento de datos para tal efecto se utilizó softwares como el ArcGIS, AutoCAD, Ica test v01, Microsoft Word, Microsoft Excel, para agilizar el procesamiento de datos y figuras comparando automáticamente con los (LMP's), (ECA), según las normativa vigentes; así de esta manera se analizó los puntos de muestreo que no cumplan los estándares de calidad del agua y con el ICA-NSF, se pudo corroborar la calidad de agua que presenta la microcuenca según ECA 2017 categoría 3 para uso de riego y bebida de animales.

3.3.9. Equipos y materiales

Los datos de campo obtenidos para la zonificación según la calidad de las aguas superficiales fueron con un multiparámetro HANNA Hi 9828:

- pH.
- Oxígeno disuelto
- Temperatura
- ORP (redox)
- Conductividad
- Resistividad
- TDS
- Salinidad
- Gravedad específica del mar

- Presión atmosférica.
- Equipo Multiparamétrico HANNA Hi9828.
- Coolers
- Solución de calibración Hi 9828-25
- Preservantes
- Frascos de Plástico transparente
- Frascos de plástico para tomar muestras de campo
- Pisceta
- Agua destilada
- Papel toalla
- Equipo de protección personal: Chaleco, casaca y/o impermeable, zapatos de seguridad, casco, guantes de nitrilo, poncho para agua (en caso de lluvia).

3.4. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

El método utilizado en el análisis es de carácter descriptivo y correlacional, ya que parte de la recolección de datos específicos obtenidos en campo y laboratorio, un diseño mixto cualitativo – cuantitativo, (como la medición de nueve parámetros del agua en diferentes puntos y épocas, establecer las correlaciones entre la calidad de las aguas superficiales y su influencia en las aguas subterráneas), para luego analizar y comparar estos resultados, construir cuadros estadísticos y finalmente establecer conclusiones generales sobre la calidad del agua en la microcuenca Yanacocha-La Encañada. Así, se pasa de observaciones particulares a una evaluación global, lo que caracteriza al enfoque descriptivo. Ver tabla 11.

Ficha técnica de muestreo de agua para indicar el Índice de calidad de Agua

[illegible]

CAPÍTULO IV

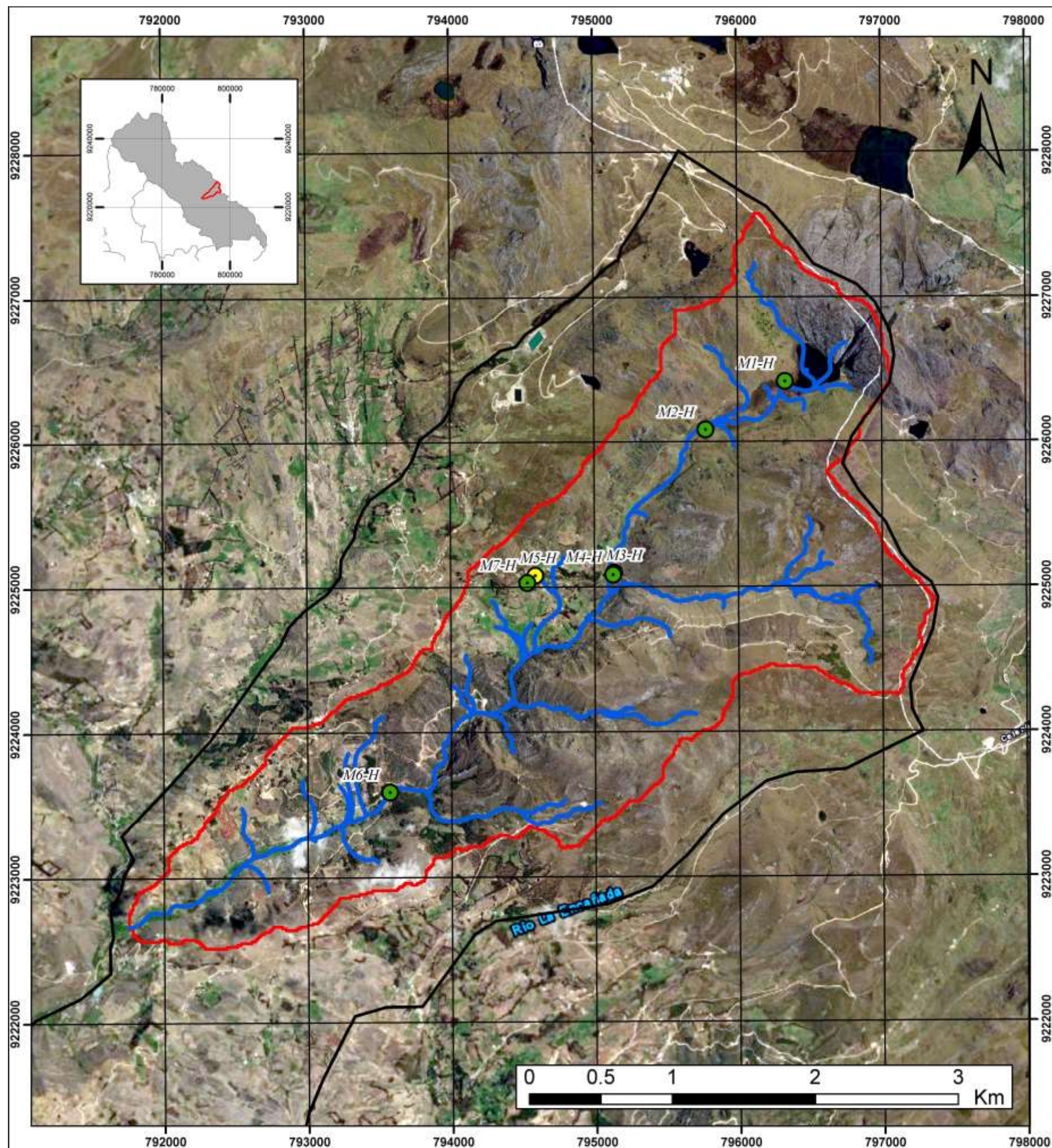
RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se presenta los resultados de la investigación producto de los hallazgos obtenidos durante la fase de monitoreo y de análisis de resultados en laboratorio, que permitieron responder a los objetivos planteados.

Durante el presente estudio de campo y laboratorio, los resultados obtenidos se exponen mediante el uso de datos estadísticos figuras y mapas que permiten analizar de mejor manera la variabilidad de los índices de calidad (ICA), investigando las referencias bibliográficas consultadas, se utilizó el método ICA- NSF, por ser uno de los métodos de mayor uso en Latinoamérica por utilizar nueve parámetros relevantes en estudios de casos similares por su fácil aplicación y por tanto una alternativa viable al poder dimensionar la menor variación de sus índices, así como la facilidad y accesibilidad a los 9 parámetros de índices de calidad para el agua de ríos y quebradas, facilitando la toma de decisiones para el consumo humano principalmente; debido a la creciente contaminación de cuerpos superficiales, y aguas subterráneas en territorio peruano, tomando mayor énfasis en la microcuenca Yanacocha-La Encañada. Se obtuvieron los índices de calidad (Ver Tabla 11) a partir de los resultados entregados por el Laboratorio del departamento académicos de ciencias químicas y dinámicas de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) (Ver Anexo 7.2), los cuales indican los valores correspondientes a los 9 parámetros medidos en los 7 puntos de muestreo durante las 2 campañas de monitoreo tanto en época húmeda y en época de estiaje.

4.1. RESULTADOS

- En respuesta al objetivo principal se Zonificó según la calidad de las aguas superficiales en la microcuenca Yanacocha-La Encañada y su influencia en los manantiales y aguas subterráneas, tal como se presenta en el capítulo VII, 7.4 mapas temáticos, Plano 8, resultado del análisis y utilizando el ICA-NSF, se determina que la calidad de las aguas superficiales y manantiales son en promedio de Calidad “BUENA” y estar en la escala de valoración 71-90, debido a que su valor promedio tanto en época húmeda y de estiaje es 73, tal como se muestra en la tabla 11 (ver planos 6, 7 y 8)



LEYENDA

Red Hídrica

CC. La Encañada

Limite de Cuenca

Valor Época Húmeda

M1-H (73)

M2-H (74)

M3-H (71)

M4-H (71)

M5-H (66)

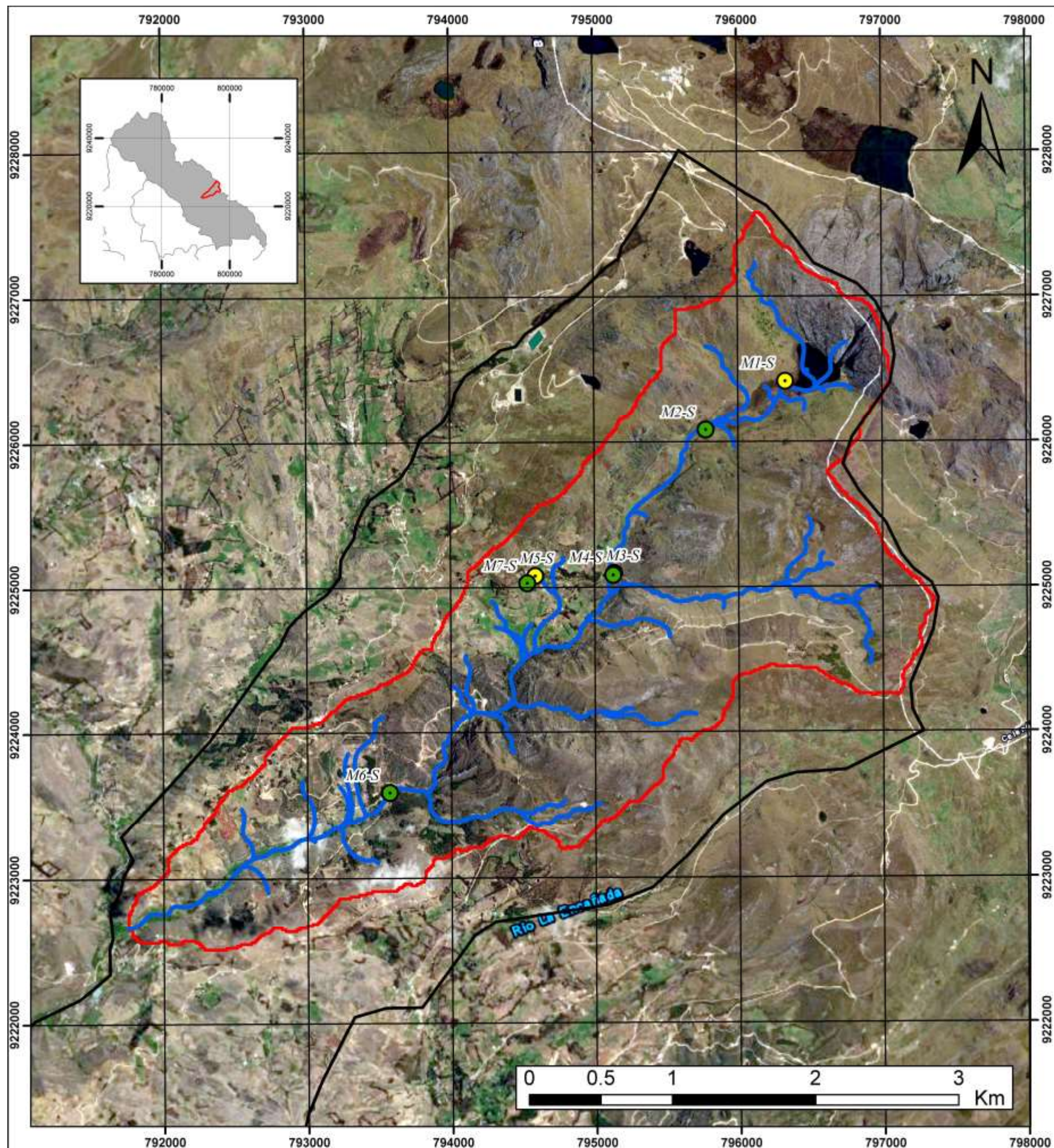
M6-H (72)

M7-H (73)

MUESTRA	NORTE	ESTE	CALIDAD (H)
M1	9226417	796329	Buena (73)
M2	9226083	795776	Buena (74)
M3	9225097	795136	Buena (71)
M4	9225084	795130	Buena (71)
M5	9225079	794588	Media (66)
M6	9223590	793572	Buena (72)
M7	9225030	794532	Buena (73)

RANGO	ESCALA	COLOR
Excelente	91 - 100	Azul
Buena	71 - 90	Verde
Media	51 - 70	Amarillo
Mala	26 - 50	Naranja
Muy Mala	00 - 25	Rojo

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
	ESCUELA DE POSGRADO		
DOCTORADO EN CIENCIAS			
MENCIÓN: GESTION AMBIENTA Y RECURSOS NATURALES			
TESIS:			
ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA-LA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN MANANTIALES Y AGUAS SUBTERRANEAS			
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:	
CAJAMARCA	CAJAMARCA	LA ENCAÑADA	
PLANO:			
ZONIFICACIÓN DEL ICA ÉPOCA HÚMEDA (H)			
TESISTA:	ASESOR:	PLANO N°:	
Wilver Morales	Dr. Segundo Reinaldo	06	
Céspedes	Rodríguez Cruzado		
DATUM:	FECHA:	ESCALA:	
WGS - 84 UTM Zona 17 S	Febrero 2026	1:30000	



LEYENDA

Red Hídrica

CC. La Encañada

Limite de Cuenca

Valor Época Seca

M1-S (70)

M2-S (81)

M3-S (71)

M4-S (73)

M5-S (68)

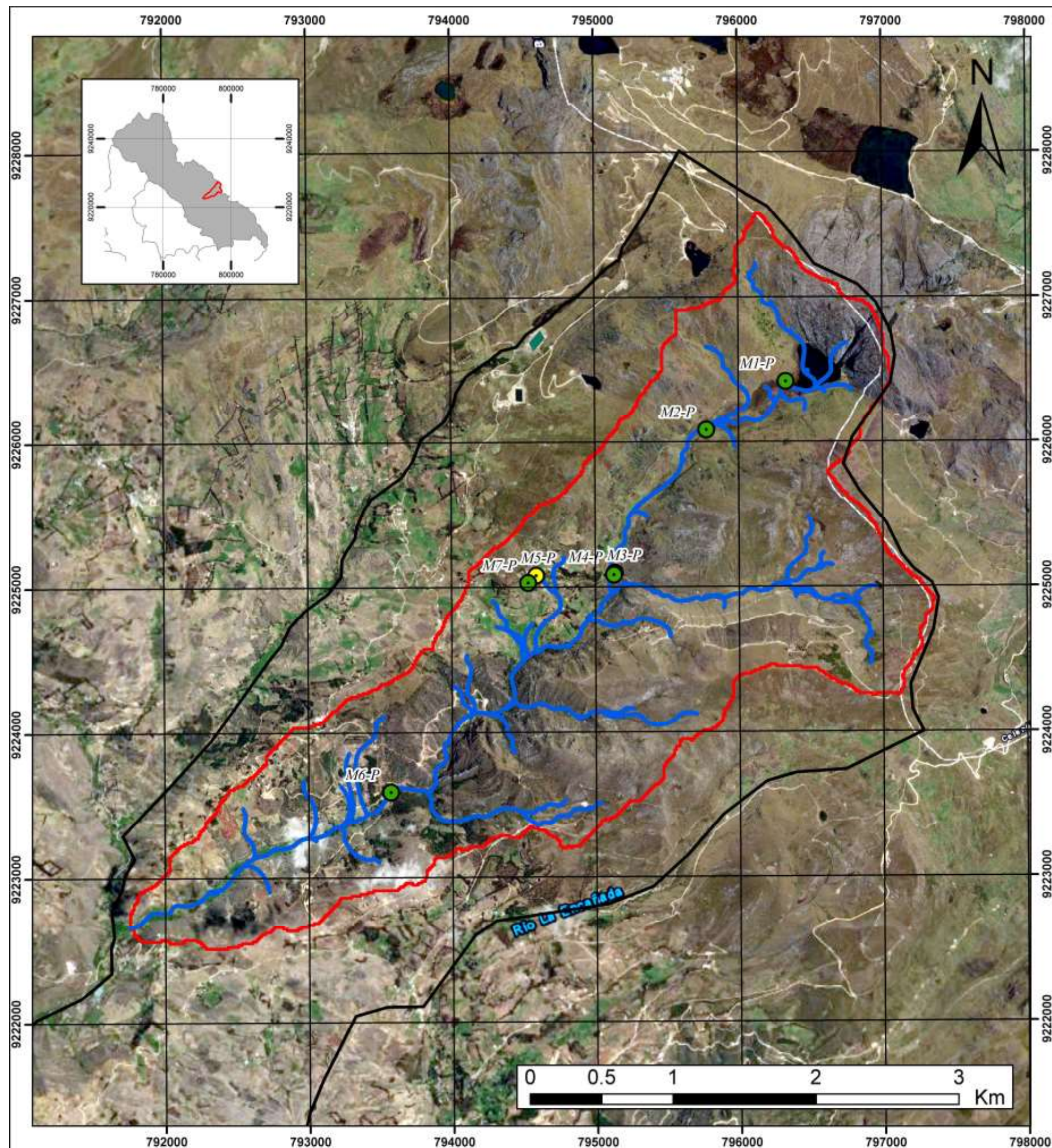
M6-S (82)

M7-S (73)

MUESTRA	NORTE	ESTE	CALIDAD (S)
M1	9226417	796329	Buena (70)
M2	9226083	795776	Buena (81)
M3	9225097	795136	Buena (71)
M4	9225084	795130	Buena (73)
M5	9225079	794588	Medio (68)
M6	9223590	793572	Buena (82)
M7	9225030	794532	Buena (73)

RANGO	ESCALA	COLOR
Excelente	91 - 100	Azul
Buena	71 - 90	Verde
Media	51 - 70	Amarillo
Mala	26 - 50	Naranja
Muy Mala	00 - 25	Rojo

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
	ESCUELA DE POSGRADO		
DOCTORADO EN CIENCIAS			
MENCIÓN: GESTION AMBIENTA Y RECURSOS NATURALES			
TESIS:			
ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOAHA-LA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN MANANTIALES Y AGUAS SUBTERRANEAS			
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:	
CAJAMARCA	CAJAMARCA	LA ENCAÑADA	
PLANO:			
ZONIFICACIÓN DEL ICA SECA (S)			
TESISTA:	ASESOR:	PLANO N°:	
Wilver Morales	Dr. Segundo Reinaldo	07	
Céspedes	Rodríguez Cruzado		
DATUM:	FECHA:	ESCALA:	
WGS - 84 UTM Zona 17 S	Febrero 2026	1:30000	



LEYENDA

	Red Hídrica	Valor Promedio
	CC. La Encañada	M1-P (72)
	Limite de Cuenca	M2-P (78)
		M3-P (71)
		M4-P (72)
		M5-P (67)
		M6-P (77)
		M7-P (73)

MUESTRA	NORTE	ESTE	CALIDAD PROMEDIO
M1	9226417	796329	Buena (72)
M2	9226083	795776	Buena (78)
M3	9225097	795136	Buena (71)
M4	9225084	795130	Buena (72)
M5	9225079	794588	Media (67)
M6	9223590	793572	Buena (77)
M7	9225030	794532	Buena (73)

RANGO	ESCALA	COLOR
Excelente	91 - 100	Azul
Buena	71 - 90	Verde
Media	51 - 70	Amarillo
Mala	26 - 50	Naranja
Muy Mala	00 - 25	Rojo

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO DOCTORADO EN CIENCIAS MENCIÓN: GESTION AMBIENTA Y RECURSOS NATURALES		
TESIS: ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOCOA-LA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN MANANTIALES Y AGUAS SUBTERRANEAS				
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA		PROVINCIA: CAJAMARCA		DISTRITO: LA ENCAÑADA
PLANO: ZONIFICACIÓN DEL ICA PROMEDIO EN AMBAS EPOCAS (H y S)				
TESISTA: Wilver Morales Céspedes		ASESOR: Dr. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado		PLANO N°: 08
DATUM: WGS - 84 UTM Zona 17 S		FECHA: Febrero 2026		ESCALA: 1:30000

- En respuesta al primer objetivo específico, se delimitó la zonificación de la microcuenca Yanacocha-La Encañada para evaluar la calidad de sus aguas mediante el Índice de Calidad del Agua de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF) que a continuación se describe como se llegó a los resultados obtenidos como “BUENA” en el presente estudio según plano 08

- **Zonificación según la calidad de las aguas superficiales en la microcuenca Yanacocha-La Encañada y su influencia en los manantiales y aguas subterráneas.**

Para realizar la zonificación, se aplicó el ICA-NSF (Índice de Calidad de Agua - National Sanitation Foundation) que se utiliza para evaluar la calidad del agua mediante el análisis de nueve parámetros específicos. Para aplicar este índice, se deben realizar mediciones de estos parámetros en campo y laboratorio, para luego calcular el valor del ICA del punto deseado; apoyado por el software ICATEST V1.0 es una herramienta computacional diseñada para facilitar el cálculo de índices de calidad del agua y de contaminación. Este software permite generar y guardar reportes e historiales, además de realizar estudios comparativos sobre la calidad del agua, ayudando así en la evaluación y análisis de esta. Según Figura 23.

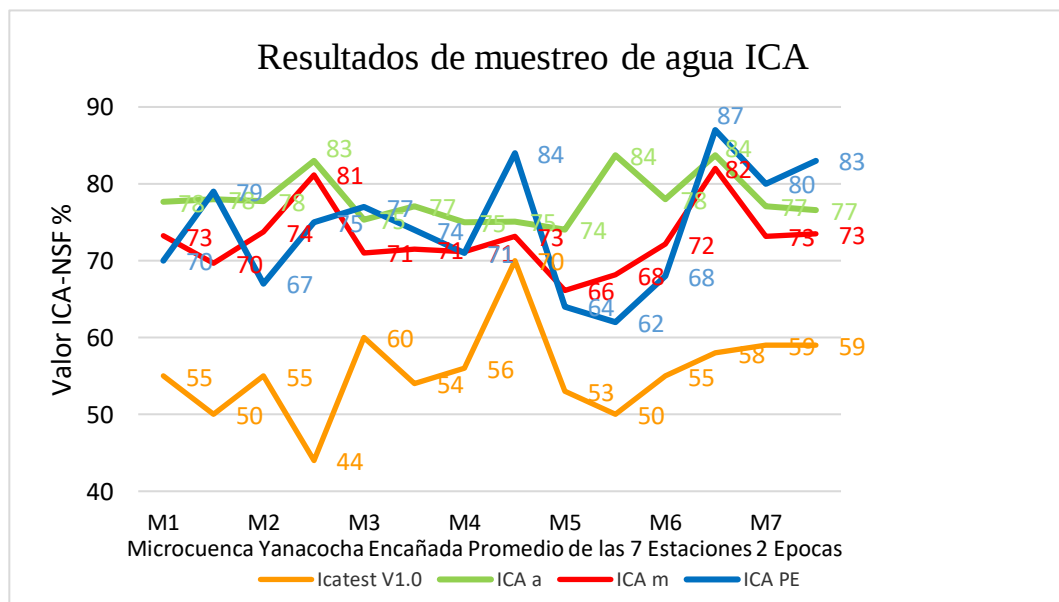
La Figura 23 presenta los resultados comparativos del muestreo de agua realizados para calcular el Índice de Calidad de Agua en la microcuenca Yanacocha-La Encañada. En ella se muestran los valores promedio obtenidos a partir de los nueve parámetros analizados en los siete puntos de muestreo durante las dos campañas (época húmeda y de estiaje), según los datos de campo y analizados en el laboratorio. En la figura 23, se ilustra un análisis comparativo de diversas metodologías, Según la escala ICA- NSF, esto clasifica el agua mayoritariamente como de calidad **"Buena"**. Se determinó un punto crítico en la estación M5, esto sugiere la presencia de una fuente de una alteración puntual en las características fisicoquímicas del agua antes de llegar a este punto; así mismo se observó un punto de recuperación en la estación M7, la calidad tiende a mejorar lo que podría indicar una capacidad de autodepuración de la microcuenca Yanacocha la Encañada-La Encañada debido a que es un manantial procedente de acuíferos fisurados. El indicador **ICA PE** (línea azul) es el que muestra mayor variabilidad, siendo más sensible a los cambios entre estaciones.

Discrepancia de metodologías, El comportamiento del agua en la microcuenca es **heterogéneo**. Mientras que los métodos tradicionales (ICA-NSF) sugieren que el agua está en condiciones aceptables para diversos usos, el método **Icatest** muestra un escenario mucho más conservador y preocupante.

Esta diferencia es crucial: si se toma como referencia el Icatest, la microcuenca requeriría **intervenciones inmediatas de remediación**, especialmente por el impacto detectado en las estaciones M2 y M5, donde los valores caen a sus niveles mínimos.

Figura 23

Resultados de muestreo de agua para indicar el índice de calidad de agua ICA



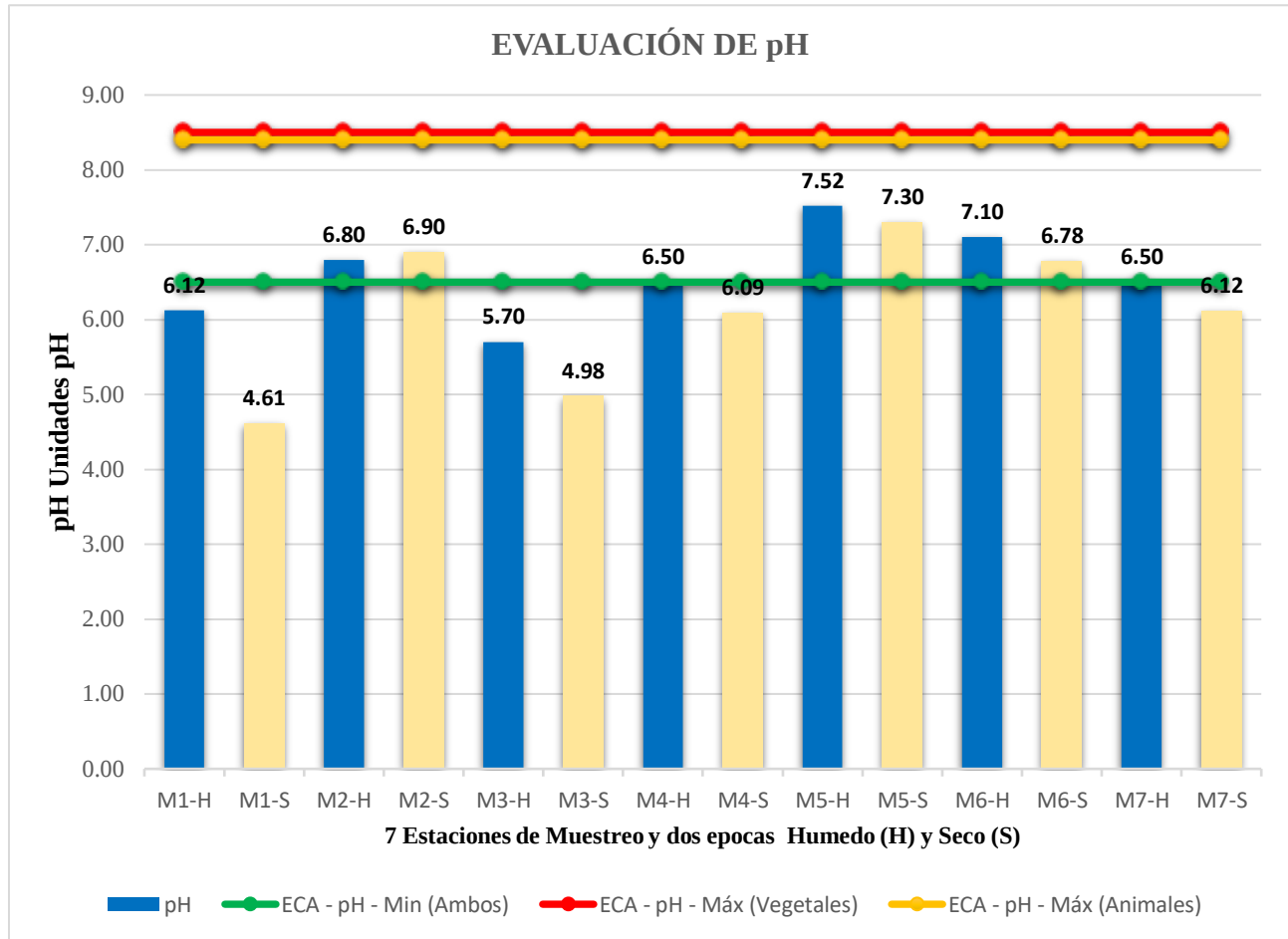
Nota: Resultados del ICA- NSF, según Tabla 11, ficha técnica de monitoreo.

- **Evaluación del Potencial de Hidrogeno (pH) del agua en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, comparándola con la normativa vigente.**

En la figura 24 se muestra resultados de la variación del pH en los puntos de muestreo, se pudo comprobar que los valores de pH se encuentran dentro de los parámetros aceptables de los ECA, para la categoría 3 que tiene un rango de valores aceptables entre 6.5 a 8.5. Solo las muestras M1-S, M3-S, M4-S y M7-S no cumplen con los estándares de calidad para el agua.

Figura 24

Variación del pH en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



Nota: Resultados obtenidos según tabla 11 de la ficha técnica de monitoreo.

El pH es un indicador clave en el análisis del índice de calidad del agua, ya que refleja la acidez o alcalinidad de un cuerpo de agua. Un pH inadecuado afecta la solubilidad de compuestos y la potabilidad del agua, los valores extremos de pH impactan la vida acuática y la salud humana.

Según la Figura 24 en el análisis del pH, según datos de la ficha técnica de monitoreo del presente estudio, la época de estiaje (S) en las Estaciones M1-S y M5-S tienen valores por debajo de los indicados por los ECAs, y su clasificación del agua según el ICA-NSF arrojan valores de calidad Media.

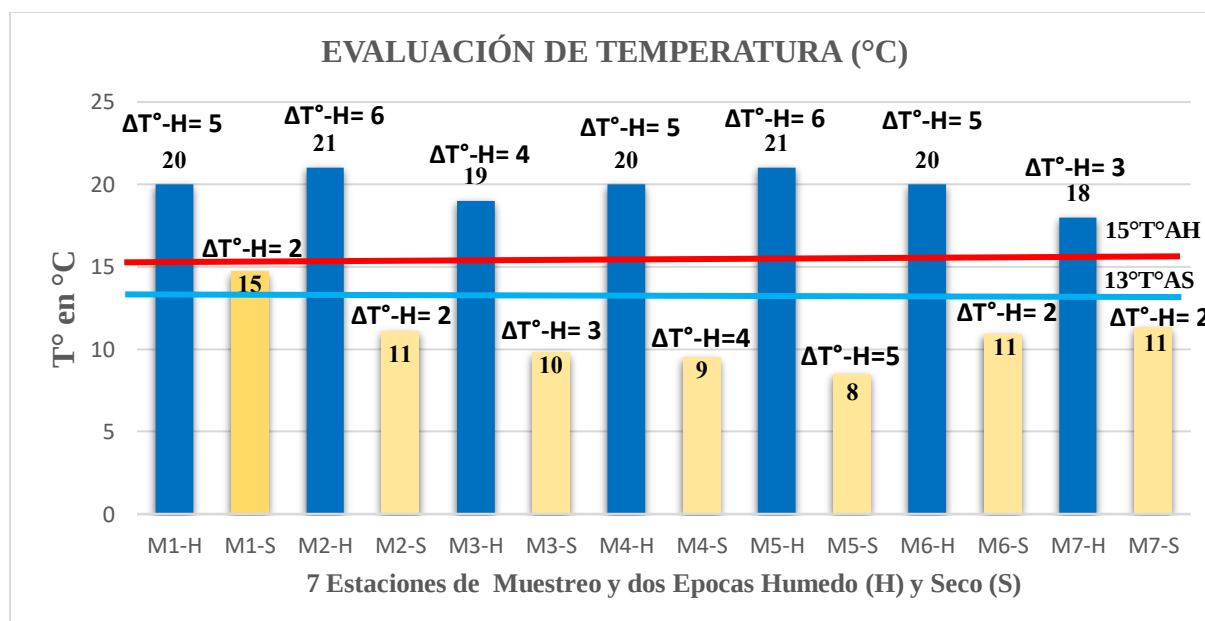
Los resultados obtenidos del estudio en la Microcuenca Yanacocha-La Encañada y comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, según el decreto supremo DS N° 004-2017-MINAM, solo las estaciones de muestreo M2-H, M2-S, M4-H, M5-H, M5-S, M6-H, M6-S y M7-H cumplirían los (ECAs) para agua de consumo humano y de animales Tipo A2, como aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional; el resto de las estaciones estarían consideradas como aguas de Tipo A3, que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado, pero pueden ser consumidas por animales y usar para riego.

- **Evaluación de la Temperatura (°C) del agua en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, comparándola con la normativa vigente.**

En la figura 25 se muestra los resultados de la variación de la temperatura en las 7 estaciones de muestreo, en dos épocas diferentes como de lluvia o Húmedo (H) y de estiaje o seco (S).

Figura 25

Variación de la temperatura en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



Nota: Resultados obtenidos según tabla 11 de la ficha técnica de monitoreo.

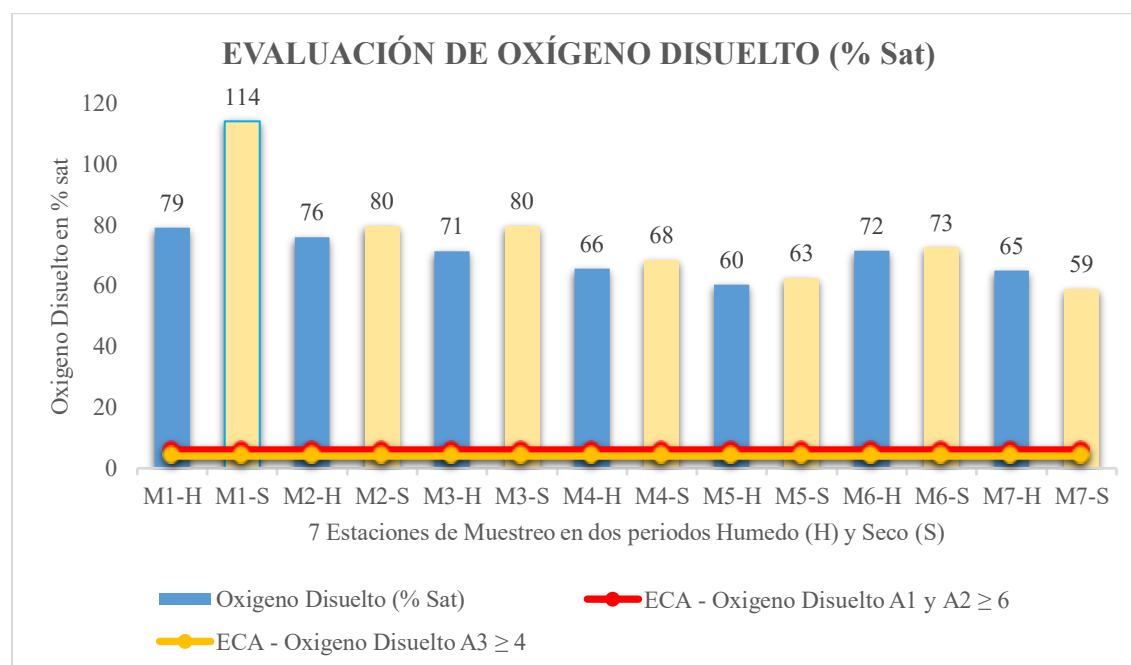
En la evaluación de la Temperatura el índice de calidad del agua es crucial, ya que la temperatura afecta la solubilidad del oxígeno y, por ende, la vida acuática. Un aumento en la temperatura puede indicar contaminantes, y también puede influir en la actividad de microorganismos. Las estaciones de muestreo más críticos fueron en la época Humedad tales como M1-H, M2-H, M3-H, M4-H, M5 y M6-H; en época de sequía solo las muestras M4-S y M5-S el incremento promedio es de 4°C; superior a lo establecido por los ECAs según DS N° 004-2017-MINAM, el cual contempla un incremento de temperatura de 3°C.

- **Evaluación de Oxígeno Disuelto (OD) del agua en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, comparándola con la normativa vigente.**

En la figura 26 se muestra los resultados de Oxígeno disuelto en las 7 estaciones de muestreo, en dos épocas diferentes como de lluvia o Húmedo (H) y de estiaje o seco (S).

Figura 26

Evaluación de oxígeno disuelto en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



Nota: Resultados obtenidos según tabla 11 de la ficha técnica de monitoreo.

Los resultados de Oxígeno Disuelto, en la microcuenca Yanacocha-La Encañada en las 7 estaciones de muestreo y en las dos épocas de lluvia o húmedo (H) y de estiaje o seco (S) cumplen los Estándares De Calidad Ambiental (ECAs) según DS N° 004-2017-MINAM para el agua y que pueden ser potabilizados con un tratamiento convencional. Del tipo II y sin tratamiento para uso de consumo de animales y riego del Tipo III.

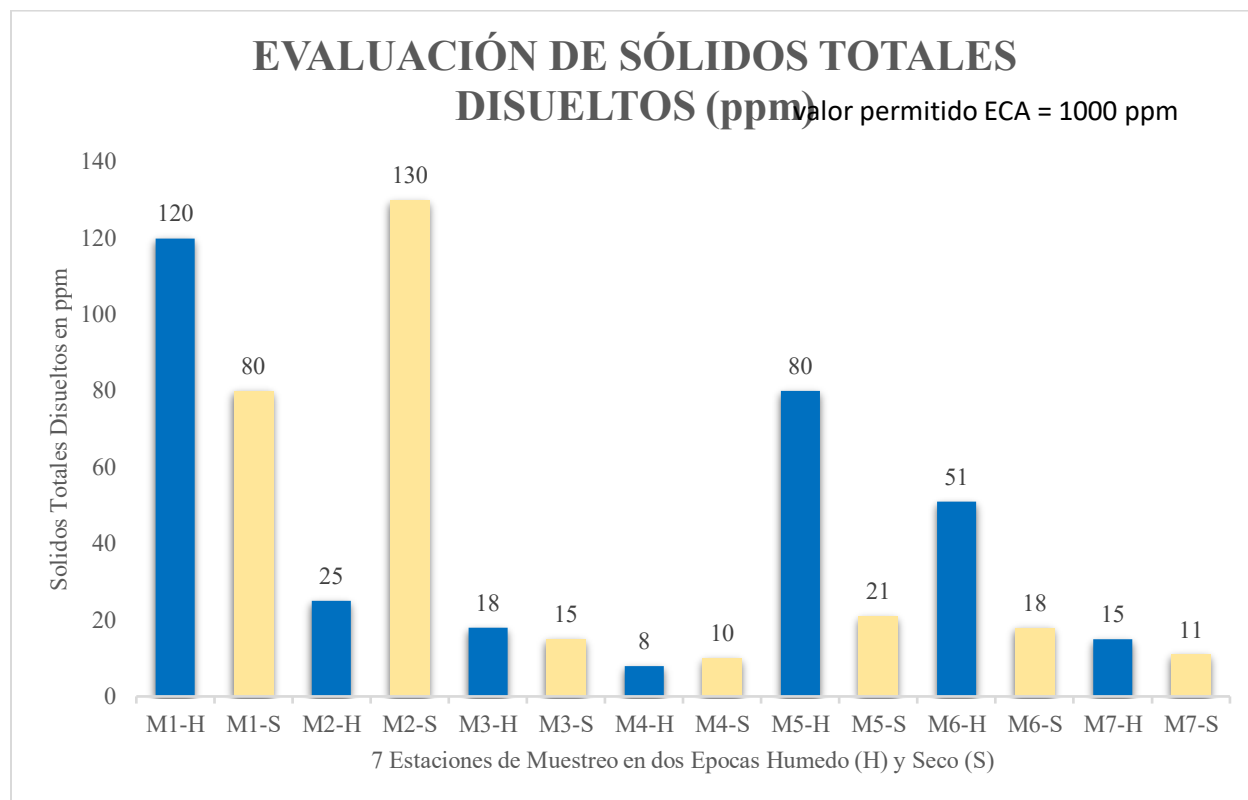
Los resultados del Oxígeno Disuelto están relacionados a la temperatura, cuando aumenta la temperatura el OD disminuye este se demuestra en el análisis de la figura 17 y la relación con la figura 25 donde los valores de temperatura más elevados son en las Muestras M2-H, $T^{\circ} = 21$ y el OD = 76 % sat . Lo contrario ocurre cuando la Temperatura disminuye el OD aumenta como en la Muestra M5-S con T° de 8°C y el OD es de 63 % Sat.

- **Evaluación de los Solidos Totales Disueltos del agua en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, comparándola con la normativa vigente.**

En la figura 27 se muestra los resultados de la evaluación de los Solidos Totales Disueltos en las 7 estaciones de muestreo, en dos épocas diferentes como de lluvia o Húmedo (H) y de estiaje o seco (S).

Figura 27

Evaluación de los sólidos totales disueltos en las 7 Estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



Nota: Resultados obtenidos según tabla 11 de la ficha técnica de monitoreo

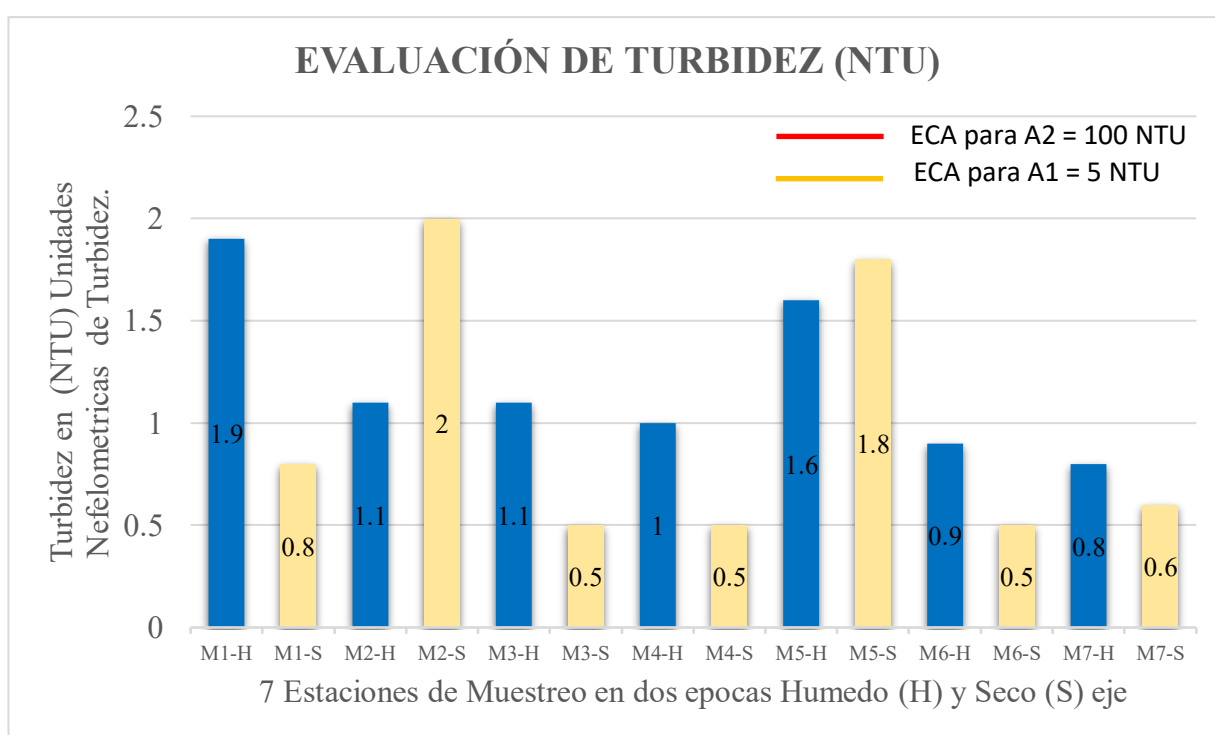
Los resultados de los Sólidos Totales Disueltos en la microcuenca Yanacocha-La Encañada en las 7 estaciones de muestreo y en las dos épocas de lluvia o húmedo (H) y de estiaje o seco (S), cumplen los Estándares De Calidad Ambiental (ECAs) según DS N° 004-2017-MINAM para el agua y que pueden ser potabilizados con un tratamiento convencional. Los altos niveles de sólidos disueltos en el agua pueden afectar a su sabor y hacer que sepa amarga o salada.

- **Evaluación de la Turbidez del agua en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, comparándola con la normativa vigente.**

En la figura 28 se muestra los resultados de la evaluación de la Turbidez en las 7 estaciones de muestreo, en dos épocas diferentes como de lluvia o Húmedo (H) y de estiaje o seco (S).

Figura 28

Evaluación de la turbidez en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



Nota: Resultados obtenidos según tabla 11 de la ficha técnica de monitoreo.

Los resultados de la Turbidez del agua, en la microcuenca Yanacocha-La Encañada en las 7 estaciones de muestreo y en las dos épocas de lluvia o húmedo (H) y de estiaje o seco (S), cumplen los Estándares De Calidad Ambiental (ECAs) según DS N° 004-2017-MINAM, para el agua. Límites máximos permitidos. Según las recomendaciones de la OMS, la turbidez del agua que se destina al consumo humano no debe exceder los 5 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). Sin embargo, se considera óptimo que los niveles de turbidez se mantengan por debajo de 1 NTU. Los niveles de turbidez son mejores en la época de estiaje o seco, debido a la

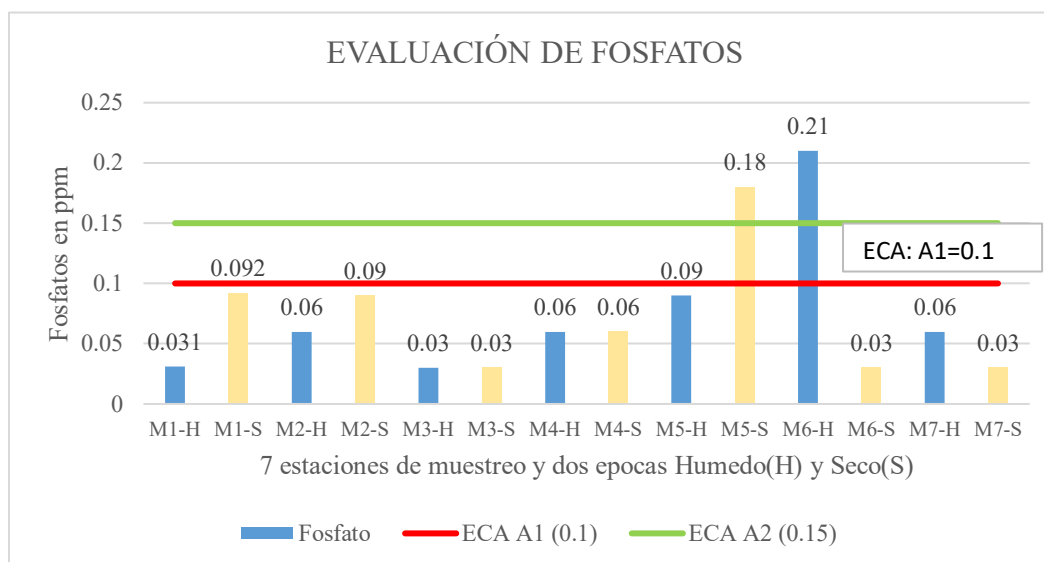
poca erosión y la disminución de caudales, tal como se puede apreciar en la figura 28, donde las muestras M3-S, M4-S y M6-S, mantienen valores por debajo de 0.5 NTU, considerándolo como óptimos.

- **Evaluación del Fosfato del agua en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, comparándola con la normativa vigente.**

En la figura 29 se muestra los resultados de la evaluación del Fosfato en las 7 estaciones de muestreo, en dos épocas diferentes como de lluvia o Húmedo (H) y de estiaje o seco (S).

Figura 29

Evaluación del fosfato en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



Nota: Resultados obtenidos según tabla 11 de la ficha técnica de monitoreo.

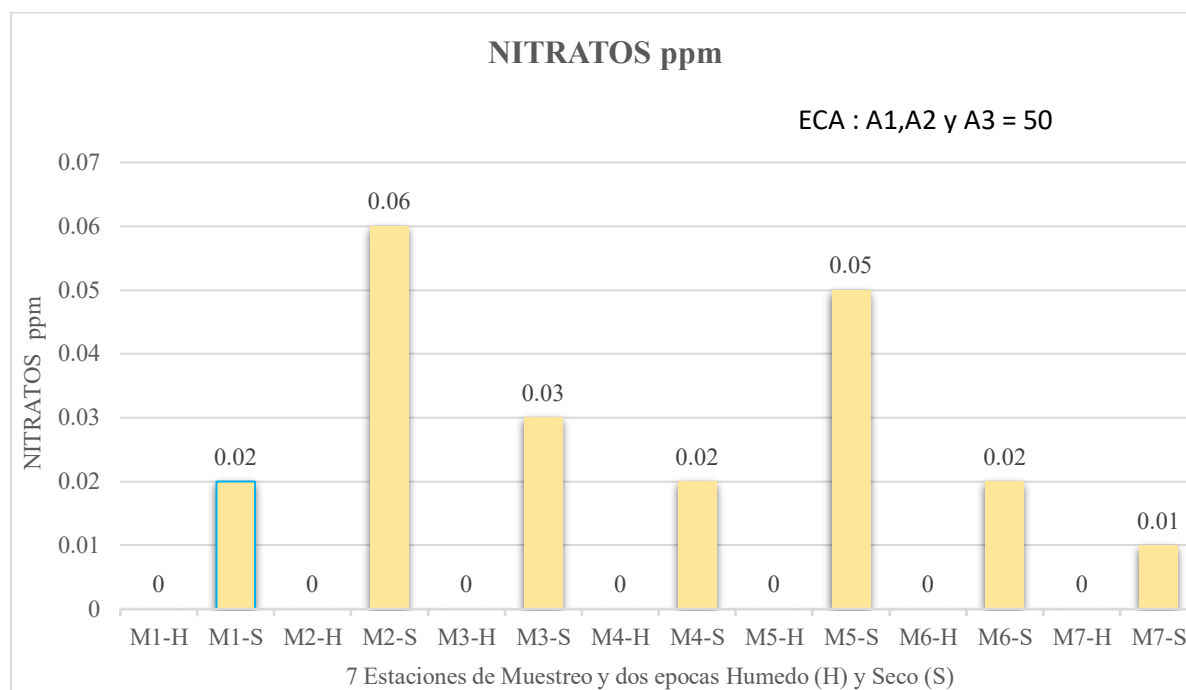
Los resultados del Fosfato, en la microcuenca Yanacocha-La Encañada en las 7 estaciones de muestreo y en las dos épocas de lluvia o húmedo (H) y de estiaje o seco (S), la mayor cantidad de Muestras cumplen los Estándares De Calidad Ambiental (ECAs) según DS 004-2017-MINAM, para el agua, con excepción de las muestras M5-S y M6-H que tienen valores altos de fosfatos debido a filtración y transporte desde suelos agrícolas que pueden causar eutrofización y causar daños a la vida acuática y la disminución de oxígeno.

- **Evaluación del Nitrato en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, comparándola con la normativa vigente.**

En la figura 30 se muestra los resultados de la evaluación del Fosfato en las 7 estaciones de muestreo, en dos épocas diferentes como de lluvia o Húmedo (H) y de estiaje o seco (S).

Figura 30

Evaluación del nitrato en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



Nota: Resultados obtenidos según tabla 11 de la ficha técnica de monitoreo.

La evaluación del Nitrato en cuerpos de agua es un parámetro crucial en la valoración de la calidad del agua, en aguas subterráneas como superficiales. Niveles elevados de nitratos indican contaminación y puede afectar la salud pública, con un máximo admisible de 50 mg/L en tipos de agua A1, A2 y A3 aprobado según DS N° 004-2017-MINAM que se considera preocupante cuando supera los 50 ppm. En otros países consideran un máximo permisible de 25 ppm de nitratos en cuerpos de agua para consumo de agua potable. En la microcuenca Yanacocha-La Encañada la presencia de nitratos es muy baja. Los niveles de nitratos en el agua pueden ser bajos durante la época de lluvias debido a la dilución del agua superficial y a la

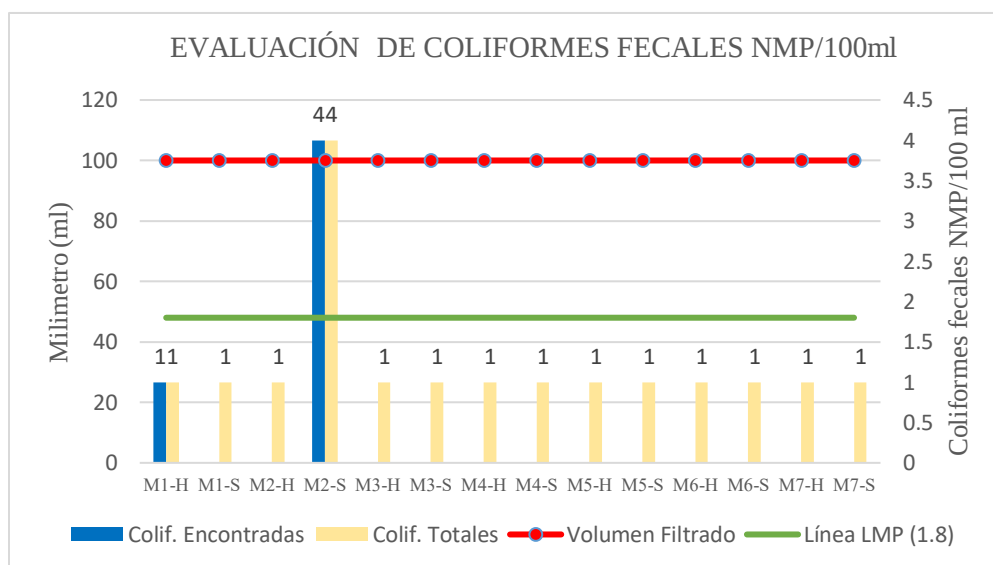
capacidad de los suelos para retener agua; esto justificaría la ausencia de Nitratos en la época de lluvias o Húmeda (H).

- **Evaluación de Coliformes Fecales en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, comparándola con la normativa vigente.**

En la figura 31 se muestra los resultados de la evaluación del Fosfato en las 7 estaciones de muestreo, en dos épocas diferentes como de lluvia o Húmedo (H) y de estiaje o seco (S).

Figura 31

Evaluación de coliformes fecales en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



Nota: Resultados obtenidos según tabla 11 de la ficha técnica de monitoreo.

La evaluación de coliformes fecales en la calidad del agua es crucial para determinar la presencia de contaminación bacteriana. Esta evaluación se llevó a cabo mediante pruebas de laboratorio de la UNC que identificó la cantidad de coliformes totales y fecales, siendo estos últimos indicadores de contaminación reciente de origen fecal. Se considera positiva una muestra que contenga estos microorganismos, lo que sugiere que el agua ha sido afectada por presencia de estiércol de ganadería y no es segura para el consumo humano tal como se muestra en la figura 31, la Muestra M2-S y M2-H, se evaluó de mala calidad al superar el valor de 1.8

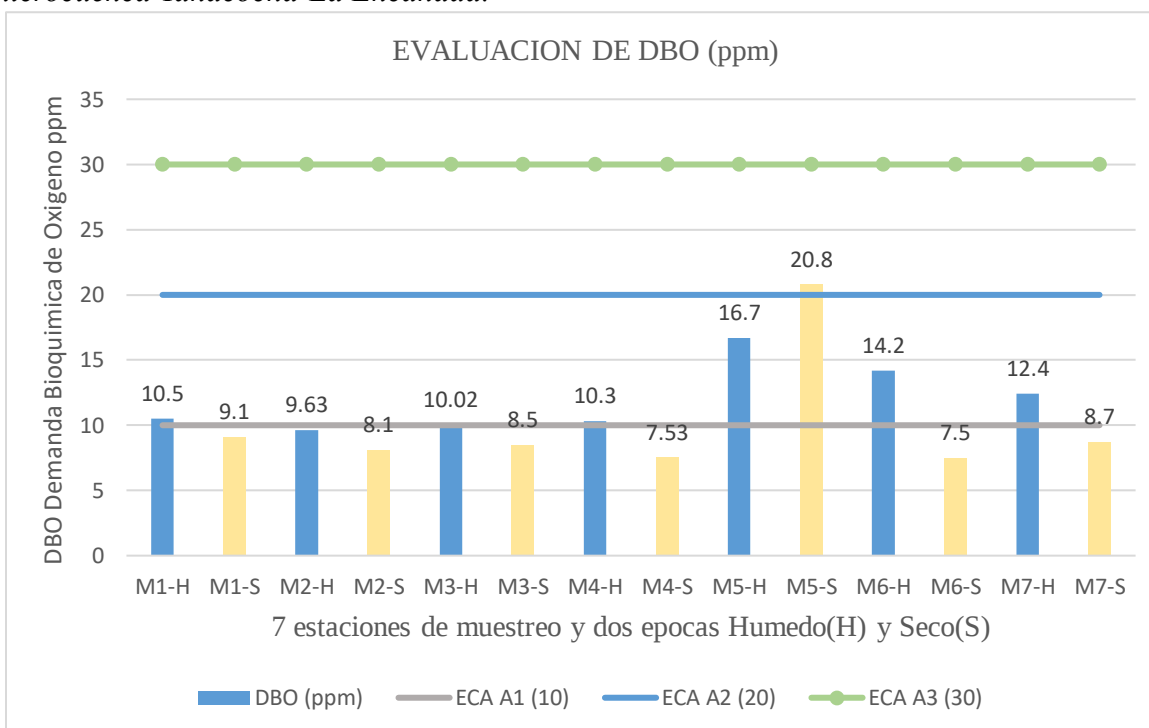
NMP/100 ml establecido por los Límites Máximos Permisibles y al valor de (20 NMP/100 ml), es considerado como no apta para consumo humano.

- **Evaluación del DBO Demanda Bioquímica del Oxígeno, en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, comparándola con la normativa vigente.**

En la figura 32 se muestra los resultados de la evaluación de la demanda Bioquímica del Oxígeno, en las 7 estaciones de muestreo, en dos épocas diferentes como de lluvia o Húmedo (H) y de estiaje o seco (S).

Figura 32

Evaluación de la demanda bioquímica de oxígeno en las 7 estaciones de muestreo de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



Nota: Resultados obtenidos según tabla 11 de la ficha técnica de monitoreo.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es un indicador clave para evaluar la calidad del agua, ya que mide la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para descomponer la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Un valor alto de DBO indica un mayor nivel de contaminación orgánica, lo que puede afectar negativamente los ecosistemas acuáticos. Con los resultados obtenidos se puede observar que los niveles más altos

de DBO son en la época húmeda o de lluvia (H), debido al arrastre de materia orgánica y contaminantes en el agua de escorrentía. Las lluvias intensas pueden incrementar la cantidad de compuestos orgánicos en ríos y cuerpos de agua, lo que requiere más oxígeno para su descomposición. Esto puede llevar a una disminución en los niveles de oxígeno disuelto, este detalle se puede comprobar con los resultados de la OD en la figura 17, donde se aprecia la disminución de OD en época de lluvia o Húmedo (H).

- En respuesta al segundo objetivo específico, se centró en aplicar el Índice de Calidad del Agua de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF) para zonificar y evaluar la calidad de las aguas superficiales de la microcuenca Yanacocha-La Encañada. Este índice es ampliamente utilizado en Latinoamérica por su capacidad de integrar nueve parámetros físico-químicos y biológicos relevantes para la calidad del agua: temperatura, turbidez, sólidos totales disueltos, pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto y coliformes fecales

Se establecieron siete estaciones de muestreo distribuidas a lo largo de la microcuenca, abarcando tanto aguas superficiales como manantiales y aguas subterráneas. El monitoreo se realizó en dos campañas: una en época húmeda (marzo de 2023) y otra en época de estiaje o sequía (junio de 2024). En cada estación y campaña se tomaron muestras que fueron analizadas en laboratorio y procesadas, permitiendo calcular el ICA-NSF tanto por el método aritmético como por el geométrico. Los resultados obtenidos muestran que la calidad promedio del agua en la microcuenca es “buena”, con un valor promedio de 73 puntos en ambos periodos; específicamente, 72 puntos en la época húmeda y 74 puntos en la época seca, según la escala cualitativa del ICA-NSF (donde 71-90 corresponde a “buena calidad”). La zonificación permitió identificar que la mayor parte de la microcuenca presenta aguas de buena calidad en ambas épocas, aunque existen zonas puntuales con mayor vulnerabilidad a la contaminación, especialmente en áreas expuestas a actividades ganaderas y agrícolas

- En respuesta al tercer objetivo específico, se calculó el Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF), en la microcuenca Yanacocha-La Encañada, basado en los resultados del monitoreo y del análisis en laboratorio para cada parámetro que involucra el (ICA-NSF), tal como se detalla a continuación.

La revisión de referencias temáticas analizadas antes y durante el estudio, coinciden en afirmar que el ICA-NSF, es uno de los métodos de mayor uso en Latinoamérica por utilizar nueve parámetros relevantes en estudios de caso similares por su fácil aplicación y por tanto una alternativa viable. (Alarcón 2019, p. 86).

Los resultados analíticos del ICA-NSF, en la microcuenca Yanacocha-La Encañada en las 7 estaciones y en dos épocas diferentes, se utilizó en forma preliminar el software ICATEST V1.0 es una herramienta computacional diseñada para facilitar el cálculo de diversos índices de calidad del agua y de contaminación. Ha sido aprobada por varias entidades como IDEAM, CORPONOR y otras instituciones, lo que respalda su utilidad y efectividad en el análisis preliminar de la calidad del agua. Que determinaron los siguientes resultados. En la época de Lluvia o Húmedo (H) se obtuvo un valor promedio de 65.00 ICA (adimensional) que determina una calidad MEDIA debido que está comprendido entre los valores de 51.00 a 70.00 ICA; la época de estiaje o seco (S) obtuvo un valor promedio de 60.00 ICA, que determina una Calidad MEDIA debido a que es esta entre los valores de 51.00 a 70.00 ICA. El valor promedio de ambos resultados de la valoración ICA – NSF, es de 63.00 ICA, que determina una Calidad MEDIA por estar en el rango de valoración entre 51.00 a 70.00 ICA, considerada NO APTA para el consumo humano y para ser potabilizado requiere de un tratamiento convencional; sin embargo, se puede utilizar para-Riego y consumo de Animales, considerado en la Categoría 3. Esta metodología en el presente estudio sirvió para efectos de comparación mas no para su aplicación; debido a que los valores de Sub i son tomados referencialmente de experiencias en otros proyectos.

Motivo por el que se consideró evaluar otra metodología más adecuada al interés de la zona en estudio, para comparar los resultados y tomar la decisión de su aplicación. Se determinó la metodología más adecuada para la valoración del índice de calidad del agua mediante el ICA – NSF, y se elaboró un modelo aplicara la normativa del ICA-NSF en sus dos versiones de análisis por el método aritmético (1),

$$ICAa = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i) \quad (1)$$

Que es la sumatoria ponderada de sus resultados, que fue más aplicado para nuestro caso debido a que las aguas de la Microcuenca Yanacocha-La Encañada son de uso para riego y bebida para los animales y no es tan riguroso su análisis. El método geométrico (2)

$$ICA_m = \prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i}) \quad (2)$$

Su resultado está basó en la multiplicación continua de sus resultados, el cual fue más riguroso su análisis, y su utilización estaría adecuado para analizar aguas para consumo Humano. Durante el presente estudio la evaluación estuvo basada en el segundo método que es el geométrico luego de analizar la Tabla 11, se puede analizar mejor los resultados sin mucha variabilidad de sus parámetros en la valoración del ICA-NSF fue la metodología 2 que lo clasificó en agua en la Microcuenca Yanacocha-La Encañada de calidad BUENA dentro del rango de 71 – 90.

Las siguientes tablas, desde la tabla 12 hasta la tabla 25, mostrarán las operaciones realizadas para la valoración de cada estación de muestreo, así como la época de monitoreo de las muestras tanto en época de lluvia o húmedo (H); y época de estiaje o sequia (S) con sus respectivos datos para su mejor análisis de cada estación M1,M2,M3.M4.M5.M6 y M7 y en sus dos épocas diferentes (H) y (S).

Tabla 12
Índice de calidad de agua ICA- NSF, M1-H, Laguna Yanacocha.

M1-H							
EPOCA HUMEDA (H)							
Ítem	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi(1)	Subi^W*i(2)
1	OD	% Satur.	79.1	87	0.17	15	2.1
2	Cf	NMP/100 ML	1	97	0.15	15	2.0
3	pH	0-14	6.12	58	0.12	7	1.6
4	DBO5	ppm	10.5	33	0.1	3	1.4
5	NO3	ppm	0	97	0.1	10	1.6
6	PO4	ppm	0.03	97	0.1	10	1.6
7	Δ T° (M-A)	°C	5	44	0.1	4	1.5
8	Tbz	NTU	1.9	96	0.08	8	1.4
9	STD	ppm	120	82	0.08	7	1.4
				77	1	78	73

La evaluación del Índice de Calidad de Agua para el punto de muestreo (M1-H) correspondiente a la laguna Yanacocha en época Húmeda, muestra el valor del ICA de 70 , tal como se expone en la Tabla 12., los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua (ICA) de categoría de calidad BUENA, con valor comprendido entre 71-90 , para el punto de muestreo (M1-H).

Tabla 13*Índice de calidad de agua ICA- NSF , M1-S, Laguna Yanacocha.*

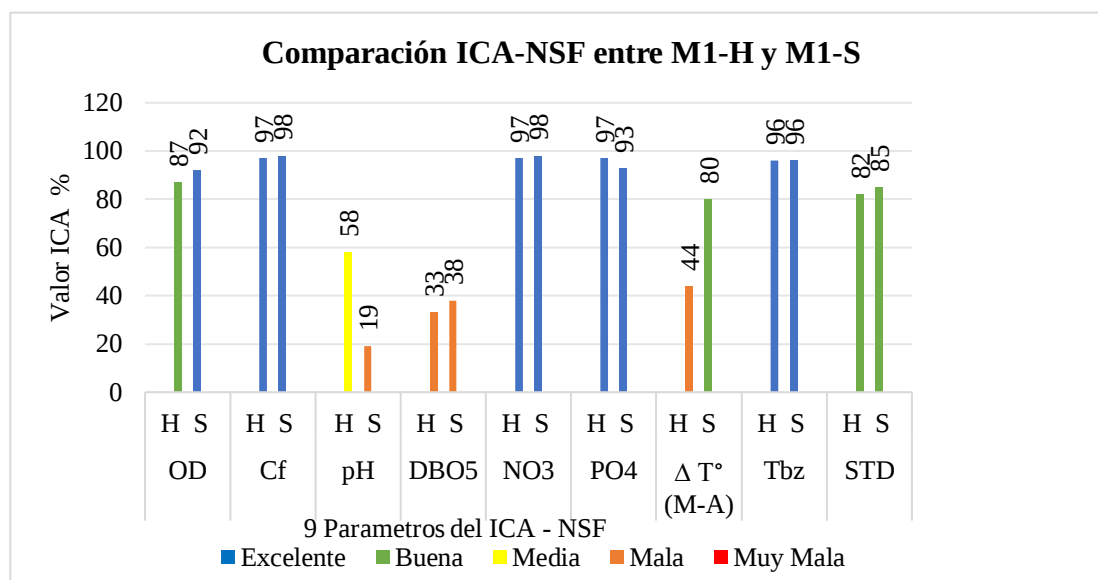
M1-S							
EPOCA SECA (S)							
Ítem	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi(1)	Subi^W*i(2)
1	OD	<i>% Satur.</i>	114.1	92	0.17	16	2.2
2	Cf	<i>NMP/100 ML</i>	0	98	0.15	15	2.0
3	pH	<i>0-14</i>	4.61	19	0.12	2	1.4
4	DBO5	<i>ppm</i>	9.1	38	0.1	4	1.4
5	NO3	<i>ppm</i>	0.02	98	0.1	10	1.6
6	PO4	<i>ppm</i>	0.09	93	0.1	9	1.6
7	Δ T° (M-A)	<i>°C</i>	1.7	80	0.1	8	1.5
8	Tbz	<i>NTU</i>	0.8	96	0.08	8	1.4
9	STD	<i>ppm</i>	80	85	0.08	7	1.4
				78	1	78	70

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M1-S) correspondiente a la laguna Yanacocha en época de Estiaje o sequía, muestra el valor del ICA de 70 , tal como se expone en la Tabla 13., los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua (ICA) de categoría de calidad MEDIA, con valor comprendido entre 51-70 , para el punto de muestreo (M1-H). Donde el pH y el DBO5 tendría la condición de mala, debido a la mayor concentración y poca dilución del agua.

En la Figura 33 se muestra los resultados en la estación M1, para comparar en las dos épocas de monitoreo Húmedo (H) y sequia (S) con la finalidad de analizar el comportamiento de las aguas en (H) y (S).

Figura 33

Comparación de los resultados en la estación M1 en las dos épocas (H) y (S), en la Laguna Yanacocha ubicada en la cabecera de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



El resultado en las dos épocas tanto húmeda como la de sequía tienen una calidad de BUENA por estar en el rango de valoración promedio de 72, entre 71 a 90 valor ICA-NSF.

Tabla 14

Índice de calidad de agua ICA- NSF, M2-H, filtraciones de Laguna Yanacocha

M2-H							
EPOCA HUMEDA (H)							
i	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1	OD	% Satur.	76	80	0.17	14	2.1
2	Cf	NMP/100 ML	0	95	0.15	14	2.0
3	pH	0-14	6.8	80	0.12	10	1.7
4	DBO5	ppm	9.63	36	0.1	4	1.4
5	NO3	ppm	0	97	0.1	10	1.6
6	PO4	ppm	0.0612	90	0.1	9	1.6
7	Δ T° (M-A)	°C	6	38	0.1	4	1.4
8	Tbz	NTU	1.1	94	0.08	8	1.4
9	STD	ppm	25	83	0.08	7	1.4
				77	1	78	74

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M2-H) correspondiente a las filtraciones de agua de la Laguna Yanacocha en época Húmeda, muestra el valor del ICA de 74 , tal como se expone en la Tabla 14., los resultados del ICA (ver Tabla 5), por

el método del ICA- NSF, es calificado como agua, de calidad BUENA, con valor comprendido entre 71-90 , para el punto de muestreo (M2-H).

Tabla 15

Índice de calidad de agua ICA- NSF , M2-S, filtraciones de Laguna Yanacocha

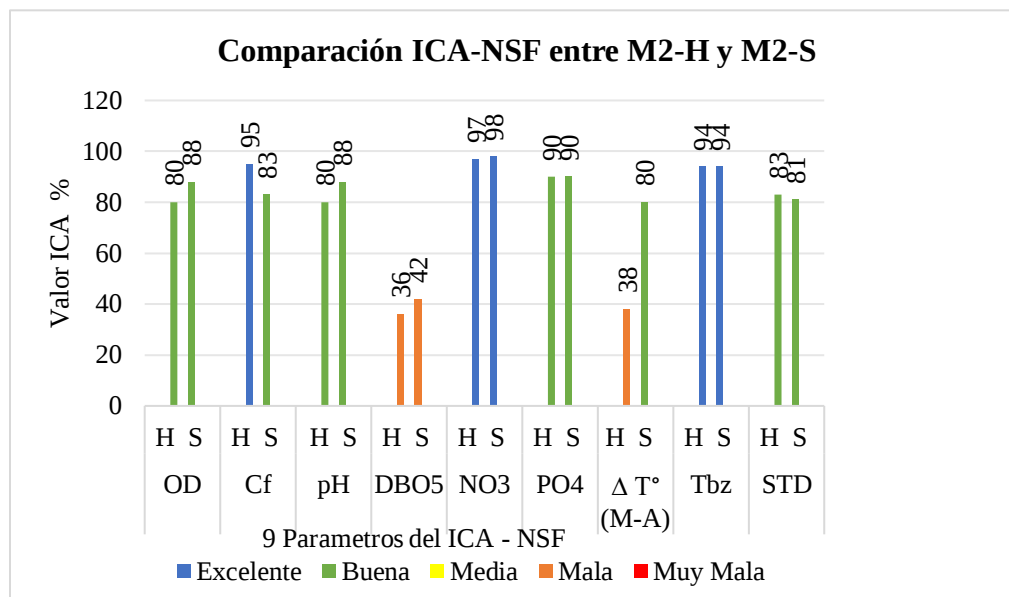
M2-S							
EPOCA SECA (S)							
i	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1	OD	% Satur.	79.7	88	0.17	15	2.1
2	Cf	NMP/100 ML	4	83	0.15	12	1.9
3	pH	0-14	6,9	88	0.12	11	1.7
4	DBO5	ppm	8.1	42	0.1	4	1.5
5	NO3	ppm	0.06	98	0.1	10	1.6
6	PO4	ppm	0.0918	90	0.1	9	1.6
7	Δ T° (M-A)	°C	-1.89	80	0.1	8	1.5
8	Tbz	NTU	2	94	0.08	8	1.4
9	STD	ppm	130	81	0.08	6	1.4
				83	1	83	81

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M2-S) correspondiente a las filtraciones de la laguna Yanacocha en época de Estiaje o sequía, muestra el valor del ICA de 81, tal como se expone en la Tabla 15, los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua de calidad BUENA, con valor comprendido entre 71-90 .

En la Figura 34 se muestra los resultados en la estación M2, para comparar en las dos épocas de monitoreo Húmedo (H) y sequia (S) con la finalidad de analizar el comportamiento de las aguas en (H) y (S).

Figura 34

Comparación de los resultados en la estación M2 en las dos épocas (H) y (S), en las filtraciones de Laguna Yanacocha ubicada de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



El resultado en la estación M2, en dos épocas tanto húmeda como la de sequía tienen una calidad de BUENA por estar en el rango de valoración promedio de 78 entre 71 a 90 valor ICA-NSF.

Tabla 16

Índice de calidad de agua ICA- NSF , M3-H, Quebrada Llipia

M3-H							
EPOCA HUMEDA (H)							
i	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1	OD	% Satur.	71.4	75	0.17	13	2.1
2	Cf	NMP/100 ML	0	98	0.15	15	2.0
3	pH	0-14	5.7	46	0.12	6	1.6
4	DBO5	ppm	10.02	33	0.1	3	1.4
5	NO3	ppm	0	97	0.1	10	1.6
6	PO4	ppm	0.0306	97	0.1	10	1.6
7	Δ T° (M-A)	°C	4	55	0.1	6	1.5
8	Tbz	NTU	1.1	96	0.08	8	1.4
9	STD	ppm	18	81	0.08	6	1.4
				75	1	75	71

La evaluación del Índice de Calidad de Agua para el punto de muestreo (M3-H) correspondiente a la Quebrada Llipia en época Húmeda, muestra el valor del ICA de 71, tal como se expone en la Tabla 16., los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua (ICA) de categoría de calidad BUENA, con valor comprendido entre 71-90, para el punto de muestreo (M3-H).

Tabla 17

Índice de calidad de agua ICA- NSF , M3-S, Quebrada Llipia.

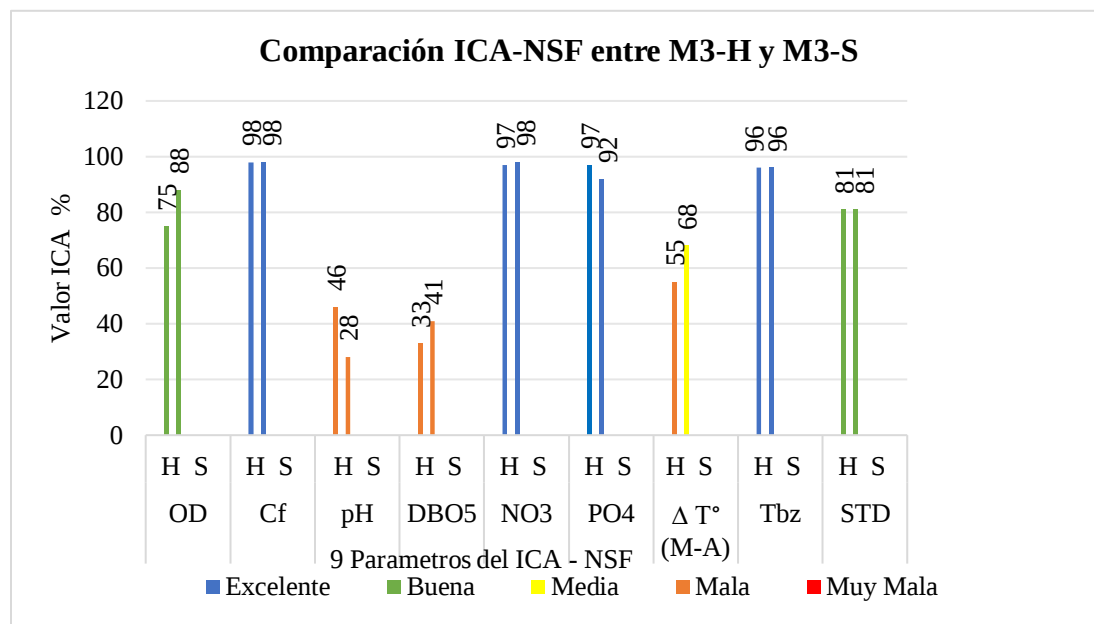
M3-S							
EPOCA SECA (S)							
i	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1	OD	<i>% Satur.</i>	79.7	88	0.17	15	2.1
2	Cf	<i>NMP/100 ML</i>	0	98	0.15	15	2.0
3	pH	<i>0-14</i>	4.98	28	0.12	3	1.5
4	DBO5	<i>ppm</i>	8.5	41	0.1	4	1.4
5	NO3	<i>ppm</i>	0.03	98	0.1	10	1.6
6	PO4	<i>ppm</i>	0.0306	92	0.1	9	1.6
7	Δ T° (M-A)	<i>°C</i>	-3.2	68	0.1	7	1.5
8	Tbz	<i>NTU</i>	0.5	96	0.08	8	1.4
9	STD	<i>ppm</i>	15	81	0.08	6	1.4
				77	1	77	71

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M3-S) correspondiente a la Quebrada Llipia en época de Estiaje o sequía, muestra el valor del ICA de 71, tal como se expone en la Tabla 17, los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua (ICA) de categoría de calidad BUENA, con valor comprendido entre 71-90.

En la Figura 35 se muestra los resultados en la estación M3, para comparar en las dos épocas de monitoreo Húmedo (H) y sequia (S) con la finalidad de analizar el comportamiento de las aguas en (H) y (S).

Figura 35

Comparación de los resultados en la estación M3 en las dos épocas (H) y (S), en la Quebrada Llipia, ubicada en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada



El resultado en la estación M3, en dos épocas tanto húmeda como la de sequía tienen una calidad de BUENA por estar en el rango de valoración promedio de 71 entre 71 a 90 valor ICA-NSF

Tabla 18

Índice de calidad de agua ICA- NSF , M4-H, Quebrada Chupicarria

M4-H							
EPOCA HUMEDA (H)							
i	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1	OD	% Satur.	65.7	66	0.17	11	2.0
2	Cf	NMP/100 ML	0	98	0.15	15	2.0
3	pH	0-14	6.5	70	0.12	8	1.7
4	DBO5	ppm	10.3	33	0.1	3	1.4
5	NO3	ppm	0	97	0.1	10	1.6
6	PO4	ppm	0.0612	92	0.1	9	1.6
7	Δ T° (M-A)	°C	5	45	0.1	5	1.5
8	Tbz	NTU	1	95	0.08	8	1.4
9	STD	ppm	8	80	0.08	6	1.4
				75	1	75	71

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M4-H) correspondiente a la Quebrada Chupicarria en época Húmeda, muestra el valor del ICA de 71, tal como se expone en la Tabla 18, los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA-NSF, es calificado como agua, de calidad BUENA, con valor comprendido entre 71-90.

Tabla 19

Índice de calidad de agua ICA- NSF , M4-S, Quebrada Chupicarria

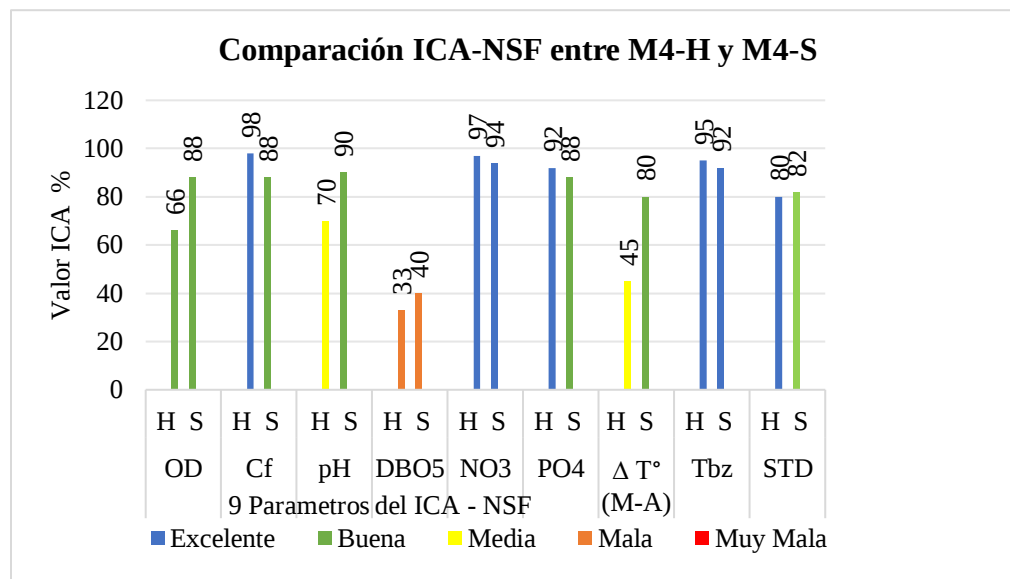
M4-S							
EPOCA SECA (S)							
i	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1	OD	% Satur.	68.4	70	0.17	12	2.1
2	Cf	NMP/100 ML	0	88	0.15	13	2.0
3	pH	0-14	6.09	57	0.12	7	1.6
4	DBO5	ppm	7.53	44	0.1	4	1.5
5	NO3	ppm	0.02	94	0.1	9	1.6
6	PO4	ppm	0.0612	88	0.1	9	1.6
7	Δ T° (M-A)	°C	-3.52	66	0.1	7	1.5
8	Tbz	NTU	0.5	94	0.08	8	1.4
9	STD	ppm	10	80	0.08	6	1.4
				76	1	75	73

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M4-S) correspondiente a la Quebrada Chupicarria en época de Estiaje o sequía, muestra el valor del ICA de 73, tal como se expone en la Tabla 19, los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua (ICA) de categoría de calidad BUENA, con valor comprendido entre 71-90.

En la Figura 36 se muestra los resultados en la estación M3, para comparar en las dos épocas de monitore Húmedo (H) y sequia (S) con la finalidad de analizar el comportamiento de las aguas en (H) y (S).

Figura 36

Comparación de los resultados en la estación M4 en las dos épocas (H) y (S), en la Quebrada Chupicarria, ubicada en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada



El resultado en la estación M4, en dos épocas tanto húmeda como la de sequía tienen una calidad de BUENA por estar en el rango de valoración promedio de 72 entre 71 a 90 valor ICA-NSF

Tabla 20

Índice de calidad de agua ICA- NSF , M5-H, filtraciones de agua subterránea

M5-H							
EPOCA HUMEDA (H)							
i	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1	OD	% Satur.	60.4	58	0.17	10	2.0
2	Cf	NMP/100 ML	0	98	0.15	15	2.0
3	pH	0-14	7.52	92	0.12	11	1.7
4	DBO5	ppm	17	17	0.1	2	1.3
5	NO3	ppm	0	98	0.1	10	1.6
6	PO4	ppm	0.0918	90	0.1	9	1.6
7	Δ T° (M-A)	°C	6	37	0.1	4	1.4
8	Tbz	NTU	1.6	93	0.08	7	1.4
9	STD	ppm	80	85	0.08	7	1.4
				74	1	74	66

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M5-H) correspondiente a Filtraciones de agua subterránea en época Húmeda, muestra el valor del ICA

de 66, tal como se expone en la Tabla 20, los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua (ICA) de categoría de calidad MEDIA, con valor comprendido entre 51-70.

Tabla 21

Índice de calidad de agua ICA- NSF, M5-S, filtraciones de agua subterránea

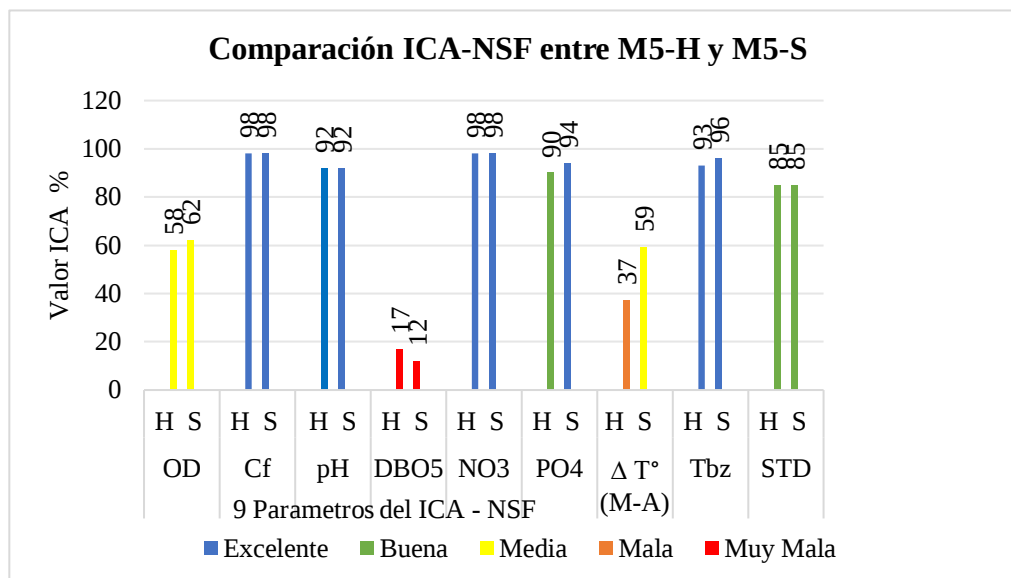
M5-S							
EPOCA SECA (S)							
i	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1	OD	% Satur.	62.5	62	0.17	11	2.0
2	Cf	NMP/100 ML	0	98	0.15	15	2.0
3	pH	0-14	7.3	92	0.12	11	1.7
4	DBO5	ppm	20.8	12	0.1	1	1.3
5	NO3	ppm	0.05	98	0.1	10	1.6
6	PO4	ppm	0.1836	94	0.1	9	1.6
7	Δ T° (M-A)	°C	-4.52	59	0.1	6	1.5
8	Tbz	NTU	1.8	96	0.08	8	1.4
9	STD	ppm	21	85	0.08	7	1.4
				77	1	77	68

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M5-S) correspondiente a la Quebrada Chupicarria en época de Estiaje o sequía, muestra el valor del ICA de 68, tal como se expone en la Tabla 21., los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua (ICA) de categoría de calidad MEDIA, con valor comprendido entre 51-70.

En la Figura 37 se muestra los resultados en la estación M5, para comparar en las dos épocas de monitoreo Húmedo (H) y sequia (S) con la finalidad de analizar el comportamiento de las aguas en (H) y (S).

Figura 37

Comparación de los resultados en la estación M5 en las dos épocas (H) y (S), en la parte baja de la microcuenca, ubicada en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada.



El resultado en la estación M5, en dos épocas tanto húmeda como la de sequía tienen una calidad de MEDIA por estar en el rango de valoración promedio de 67 entre 51 a 70 valor ICA-NSF

Tabla 22

Índice de calidad de agua ICA- NSF, M6-H, microcuenca baja (Puente Pedregal)

M6-H							
EPOCA HUMEDA (H)							
I	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1	OD	% Satur.	71.6	74	0.17	13	2.1
2	Cf	NMP/100 ML	0	98	0.15	15	2.0
3	pH	0-14	7.1	90	0.12	11	1.7
4	DBO5	ppm	14.2	22	0.1	2	1.4
5	NO3	ppm	0	98	0.1	10	1.6
6	PO4	ppm	0.2142	87	0.1	9	1.6
7	Δ T° (M-A)	°C	5	46	0.1	5	1.5
8	Tbz	NTU	0.9	97	0.08	8	1.4
9	STD	ppm	51	86	0.08	7	1.4
				78	1	78	72

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M6-H) correspondiente a la microcuenca baja (puente Pedregal) en época Húmeda, muestra el valor del ICA de 72, tal como se expone en la Tabla 22., los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el

método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua (ICA) de categoría de calidad BUENA, con valor comprendido entre 71-90.

Tabla 23

Índice de Calidad de Agua ICA- NSF, M6-S, microcuenca baja (Puente Pedregal)

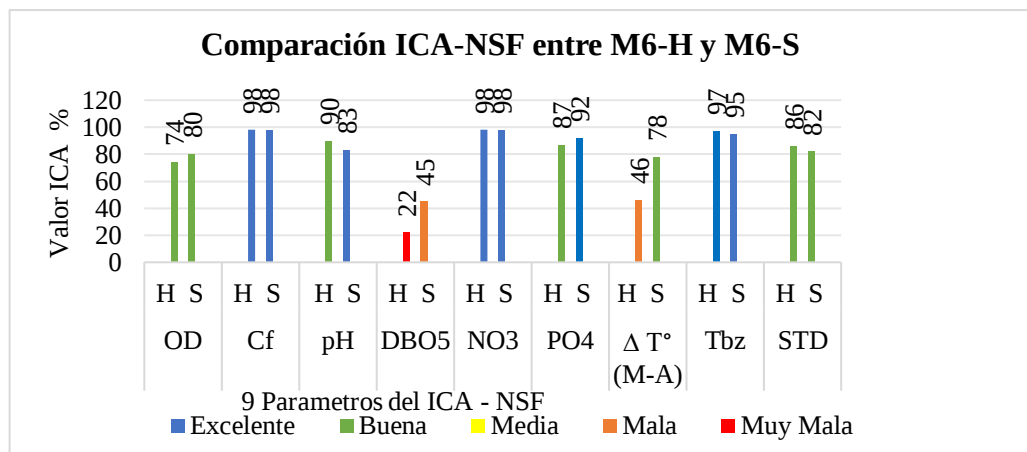
M6-S							
EPOCA SECA (S)							
i	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1	OD	% Satur.	72.6	80	0.17	14	2.1
2	Cf	NMP/100 ML	0	98	0.15	15	2.0
3	pH	0-14	6.78	83	0.12	10	1.7
4	DBO5	ppm	7.5	45	0.1	5	1.5
5	NO3	ppm	0.02	98	0.1	10	1.6
6	PO4	ppm	0.0306	92	0.1	9	1.6
7	Δ T° (M-A)	°C	-2.08	78	0.1	8	1.5
8	Tbz	NTU	0.5	95	0.08	8	1.4
9	STD	ppm	18	82	0.08	7	1.4
				83	1	84	82

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M6-S) correspondiente a la Microcuenca baja, en época de Estiaje o sequía, muestra el valor del ICA de 82, tal como se expone en la Tabla 23., los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua (ICA) de categoría de calidad BUENA, con valor comprendido entre 71-90.

En la Figura 38 se muestra los resultados en la estación M6, para comparar en las dos épocas de monitoreo Húmedo (H) y sequia (S) con la finalidad de analizar el comportamiento de las aguas en (H) y (S).

Figura 38

Comparación de los resultados en la estación M6 en las dos épocas (H) y (S), en la parte baja de la Microcuenca, ubicada en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada



El resultado en la estación M6, en dos épocas tanto húmeda como la de sequía tienen una calidad de BUENA por estar en el rango de valoración promedio de 77 entre 71 a 90 valor ICA-NSF.

Tabla 24

Índice de calidad de agua ICA- NSF, M7-H, manantial de agua subterránea

M7-H						
EPOCA HUMEDA (H)						
i	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1 OD	% Satur.	65	66	0.17	11	2.0
2 Cf	NMP/100 ML	0	98	0.15	15	2.0
3 pH	0-14	6.5	71	0.12	9	1.7
4 DBO5	ppm	12.4	28	0.1	3	1.4
5 NO3	ppm	0	98	0.1	10	1.6
6 PO4	ppm	0.0612	92	0.1	9	1.6
7 Δ T° (M-A)	°C	3	68	0.1	7	1.5
8 Tbz	NTU	0.8	94	0.08	8	1.4
9 STD	ppm	15	81	0.08	6	1.4
			77	1	77	73

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M7-H) correspondiente al manantial de agua subterránea en época Húmeda, muestra el valor del ICA de 73, tal como se expone en la Tabla 24., los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua (ICA) de categoría de calidad BUENA, con valor comprendido entre 71-90.

Tabla 25

Índice de calidad de agua ICA- NSF, M7-S, manantial de agua subterránea.

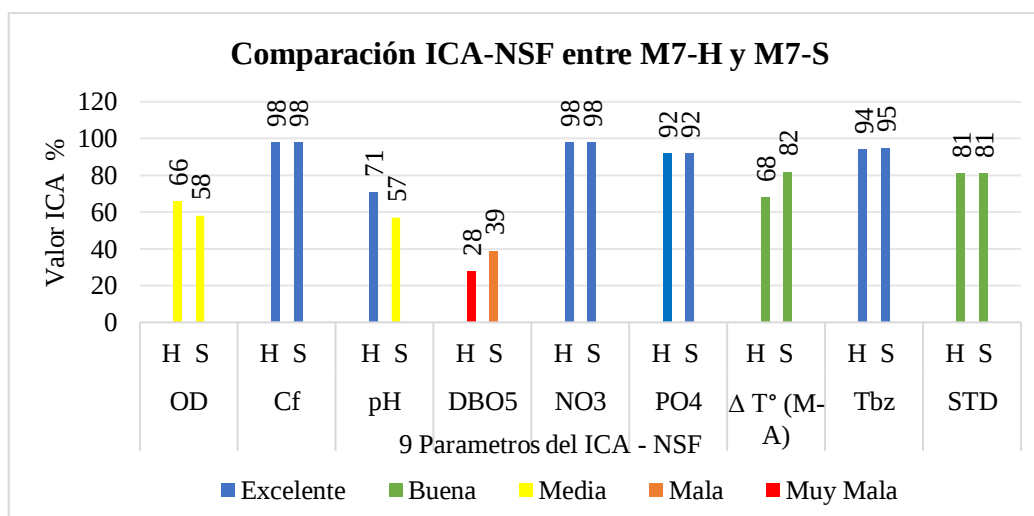
M7-S

EPOCA SECA (S)							
i	Variable	Unidades	Medida	Sub i	Wi	Sub i*Wi	Subi^W*i
1	OD	% Satur.	59	58	0.17	10	2.0
2	Cf	NMP/100 ML	0	98	0.15	15	2.0
3	pH	0-14	6.12	57	0.12	7	1.6
4	DBO5	ppm	8.7	39	0.1	4	1.4
5	NO3	ppm	0.01	98	0.1	10	1.6
6	PO4	ppm	0.0306	92	0.1	9	1.6
7	Δ T° (M-A)	°C	-1.7	82	0.1	8	1.6
8	Tbz	NTU	0.6	95	0.08	8	1.4
9	STD	ppm	11	81	0.08	6	1.4
				78	1	77	73

La evaluación del índice de calidad de agua para el punto de muestreo (M7-S) correspondiente al manantial de agua subterránea, en época de Estiaje o sequía, muestra el valor del ICA de 73, tal como se expone en la Tabla 25., los resultados del ICA (ver Tabla 5), por el método del ICA- NSF, es calificado como agua, con valor de índice de calidad de agua (ICA) de categoría de calidad BUENA, con valor comprendido entre 71-90. En la Figura 39 se muestra los resultados en la estación M7, para comparar en las dos épocas de monitoreo Húmedo (H) y sequia (S) con la finalidad de analizar el comportamiento de las aguas en (H) y (S).

Figura 39

Comparación de los resultados en la estación M7 en las dos épocas (H) y (S), en manantial de agua subterránea, ubicada en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada

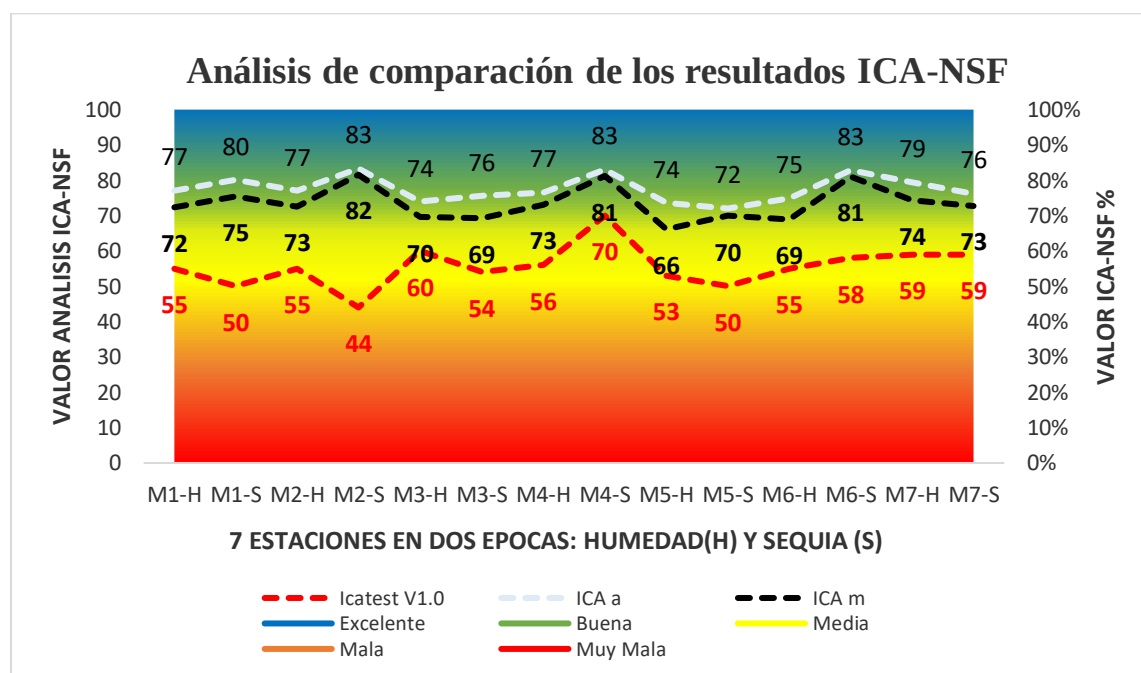


El resultado en la estación M7, en dos épocas tanto húmeda como la de sequía tienen una calidad de BUENA por estar en el rango de valoración promedio de 73 entre 71 a 90 valor ICA-NSF

En la figura 40 se muestran los resultados de las metodologías del ICA-NSFg y las otras metodologías del ICA-NSF para analizar los resultados y evaluar la decisión de optar el presente análisis por la metodología ICA-NSFg (geométrico) debido a lo riguroso en el análisis de los resultados obtenidos y se adecua perfectamente al presente estudio de la Microcuenca Yanacocha-La Encañada, por tratarse del estudio de aguas superficiales provenientes de lagunas por recarga de acuíferos fisurados y no tener mucha variabilidad en los resultados obtenidos.

Figura 40

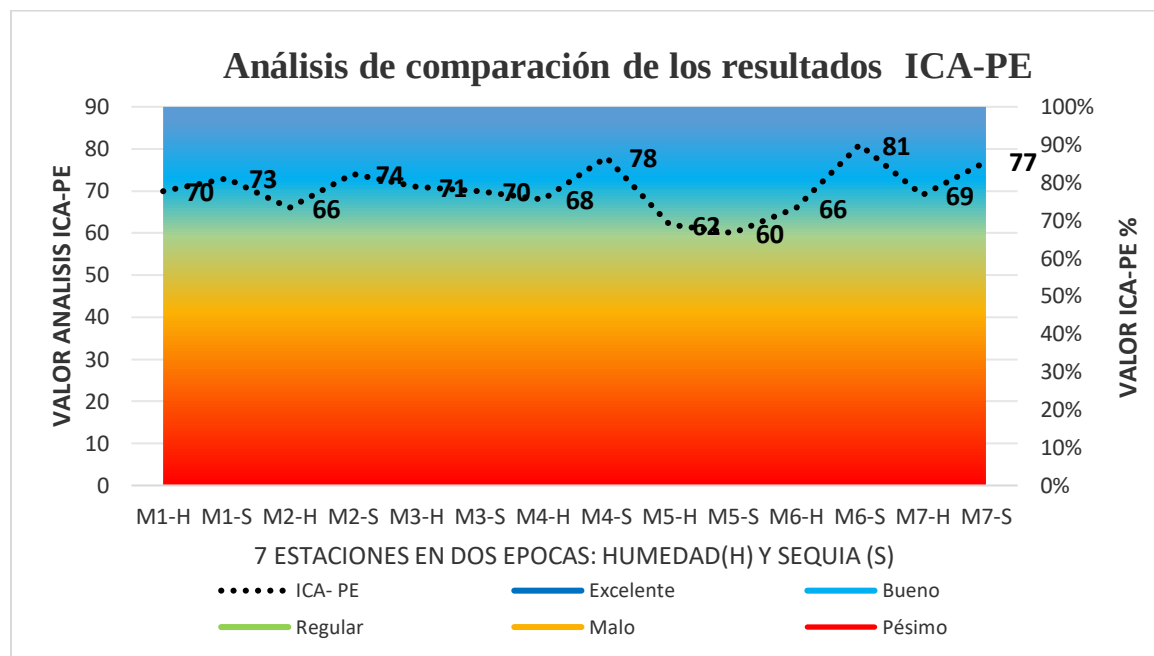
Análisis de comparación de los resultados en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada analizados por la metodología de ICA-NSF.



En el resultado del análisis comparativo de las diferentes metodologías de la valoración del ICA-NSF, Figura 40, se puede apreciar los diferentes resultados de comportamientos del agua, donde la metodología ICA-NSF (geométrico), presenta mayor representatividad con la realidad de la microcuenca Yanacocha-La Encañada, debido a que las aguas de filtraciones de agua subterráneas y usadas para riego y agricultura del M5-H y M5-S presentan Calidad Media.

Figura 41

Análisis de comparación de los resultados en la de la microcuenca Yanacocha-La Encañada analizados por la metodología de ICA-PE.



El resultado del análisis de la Calidad del Agua por la metodología del ICA-PE, muestras valores en su mayoría de Regular Calidad y de Mala Calidad en las estaciones M5-H y M5-S, debido a que son aguas provenientes de filtraciones de agua subterránea y son utilizados para riego y la agricultura, esta metodología se puede adaptar para otras actividades implementando mayor cantidad de parámetros indicadores, a diferencia del ICA-NSF tiene ciertas desventajas como; Su mayor complejidad en la evaluación y la necesidad de un procesamiento de datos más exhaustivo pueden hacerla menos accesible y más costosa en términos de recursos y tiempo.

- En respuesta al cuarto objetivo específico, se estableció la relación entre la calidad del agua superficial y la calidad de los manantiales en la quebrada Yanacocha– La Encañada, así como la evaluación del impacto de las actividades humanas y agropecuarias desarrolladas en la zona de estudio. Los resultados evidencian una relación directa entre ambos sistemas hídricos, debido a la presencia de acuíferos fisurados asociados a las formaciones Chimú, Santa y Farrat, pertenecientes al Grupo Goyllarisquizga. Estas unidades litológicas, de naturaleza sedimentaria, presentan alta

capacidad de almacenamiento, drenaje y transmisión, por lo que son clasificadas como acuíferos (Figura 3).

Los acuíferos fisurados identificados constituyen zonas eficientes de recarga y descarga, caracterizadas por una alta vulnerabilidad a la contaminación, atribuida a su elevada conectividad hidráulica con el sistema superficial, localmente denominado “río ganador” (Figura 8). Este comportamiento hidráulico explica la alimentación de la laguna Yanacocha, así como el origen de ríos, quebradas y manantiales, los cuales se generan como resultado de las filtraciones y descargas naturales del acuífero fisurado, estableciendo así una estrecha interdependencia entre las aguas subterráneas y superficiales del área de estudio.

Las unidades litológicas como las formaciones Farrat, Santa y Chimú se caracterizan por su alta permeabilidad lo que facilita la acumulación y transporte del agua subterránea hacia la superficie y dan origen a manantiales, lagunas, pantanos y ríos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se definió que las zonas con buenas condiciones hídricas muestra una fuerte interconexión entre manantiales y aguas subterráneas en la microcuenca Yanacocha–La Encañada. Las áreas de mejor calidad superficial coinciden con la recarga de acuíferos fisurados, favoreciendo la permanencia de los manantiales, pero también aumentando la vulnerabilidad a la contaminación por actividades humanas y agropecuarias. Por ello, la zonificación es clave para gestionar y proteger el recurso hídrico y preservar la calidad del agua a largo plazo. Ver plano 08.

Se zonifico Yanacocha–La Encañada para evaluar su calidad de agua, empleando el Índice NSF. La mayoría del área presenta buena calidad hídrica, gracias a bajas actividades antrópicas y zonas de recarga conservadas. Se observaron variaciones locales, lo que enfatiza la necesidad de proteger especialmente las zonas agropecuarias para preservar el recurso a largo plazo. Ver planos 06 y 07.

Se desarrolló un Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua en la microcuenca Yanacocha–La Encañada, con siete estaciones de muestreo evaluadas en épocas húmeda y de estiaje. Los resultados muestran que, aunque la calidad del agua es generalmente aceptable, varía según el régimen hidrológico: durante la época húmeda aumenta el arrastre de sedimentos y contaminantes, y en el estiaje la menor dilución destaca la influencia de descargas subterráneas y manantiales. Ver tabla 11.

Se calculó el Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF, método geométrico) en la microcuenca Yanacocha–La Encañada, basado en dos monitoreos en siete estaciones durante épocas húmeda y seca, permitió evaluar su calidad superficial. Los resultados promedian un ICA de 73 (72 en época húmeda, 74 en seca), clasificando el agua como BUENA según el ICA-NSF (71-90). Es adecuada para riego y bebida animal (Tipo 3), pero requiere tratamiento para consumo humano. Ver tabla 11.

Se determinó, según los resultados obtenidos, una relación directa entre la calidad del agua superficial y la de los manantiales en la microcuenca Yanacocha–La Encañada, influida por las características hidrogeológicas locales. Los acuíferos fisurados favorecen la conectividad hidráulica y la descarga hacia la superficie. Este proceso explica la existencia y permanencia de lagunas, ríos y manantiales en la zona. Y las actividades humanas afectan ambos sistemas, por lo que es esencial proteger las zonas de recarga y manejar adecuadamente el uso del suelo para preservar la calidad del agua y el equilibrio ambiental.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2018).** *Metodología para la Determinacion del Indice de Calidad de Agua ICA-PE, Aplicado a los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales* (Primera ed.). Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-06639. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/2440>
- Autoridad Nacional del Agua. (2020).** *Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales*. Autoridad Nacional del Agua, Lima.
<https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/Metodolog%C3%ADa%20I CARHS.pdf>
- Azabache Coronado, L. A. (2018).** *Determinación ecológica del agua de los ríos Porcón, Grande y Mashcón (Cajamarca) en función de la macrofauna bentónica como bioindicador* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Cajamarca].
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2114/TESIS%20DOCTORADO%20AZABACHE%20CORONADO%20LUIS%20ALBERTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barrera, Y., & Aguirre, C. (2011).** *Calidad del agua de pozos y aguas superficiales en la micro cuenca Las Jaguas, municipio de Ciudad Antigua*. Universidad Nacional Agraria , Managua. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN10B272.pdf>
- Barreto, P., Espinoza, G., & Leyva, M. (2010).** *Protocolo de monitoreo de agua*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Agua.pdf

- Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970).** A Water Quality Index—Do We Dare? *Water and Sewage Works*, 117(10), 339–343
- Caho Rodríguez, C. A., & López Barrera, E. A. (julio - diciembre de 2017).** Determinación del índice de calidad de agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 35-49.
<https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a3>
- Castro-Roa, D. P.-A. (2014).** Periphytic diatom index for assessing the ecological quality of the Colombian Andean urban wetlands of Bogotá. *Limnetica*, 33(2), 297-312.
- Cuno, E., & Ccoriacasa, R. (2014).** *Análisis de los sistemas de control ambiental en el yacimiento minero metalúrgico San Julián*. Universidad Nacional de San Agustín.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3970/IQcuesem044.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Custodio, E., & Llamas, M. R. (1996).** *Hidrología subterránea* (Vols. 1–2). Ediciones Omega.
- Díaz, J. (2012).** *Tema 10. Aguas subterráneas*. España: Universidad de Cantabria.
<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1394/course/section/1770/tema10.pdf>
- Díaz, L., & Alarcón, J. (2018).** *Estudio hidrológico y balance hídrico para determinar la oferta y la demanda de agua de la Cuenca de la Quebrada Niscota para un acueducto interveredal en Nunchía, Casanare*.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15989/1/Proyecto%20Final.pdf>
- Fernández, C. (2012).** *Hidrogeología aplicada con aspectos ambientales*. Cuba: Digital Universitaria de Moa. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=_331DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=hidrogeolog%C3%ADa&ots=z1A60RJVOX&sig=UlhHAFRA42tz_iaBihppMyY1guc#v=onepage&q=hidrogeolog%C3%ADa&f=false

- Fernández, R. (2021).** Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICA_{sup}) en el río Cabaña, Moa-Cuba. *Minería y Geología*, 37(1), 105–119. Recuperado de <https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/2029>
- Fuentes Junco, J. A. (2009).** *Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del parque nacional pico de Tancitaro*. Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas, México. <https://agua.org.mx/biblioteca/analisis-morfometrico-de-cuencas-caso-de-estudio-del-parque-nacional-pico-de-tancitaro/>
- García, M. (2012).** Hidrosfera. En *Biología y geología* (págs. 6-7).
- Guevara, C. (2023).** *Calidad Del Agua Pre y Post Tratada de las Plantas de Agua Potable el Milagro y Santa Apolonia de la Ciudad De Cajamarca*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5624>
- Hernández, J. A. (2023).** Evaluación del Índice de Calidad de Agua ICA-NSF en las microcuencas del Parque Nacional Río Dulce como herramienta en la gestión integral del manejo sustentable, Livingston, Izabal, Guatemala, Centroamérica. *Tecnología en Marcha*, 36(1). <https://doi.org/10.18845/tm.v36i1.6241>
- Huaire, E. J. (2019).** *Método de investigación* [Material de clase, PDF]. Acta Académica. <https://www.aacademica.org/edson.jorge.huaire.inacio/78>
- Ibáñez Asensio, S., Moreno Ramón, R., & Gisbert Blanquer, J. (2011).** *Morfología de las cuencas hidrográficas*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10782/Morfolog%C3%ADa%20de%20una%20cuenca.pdf>

Instituto Claret. (2020). *Tipos de investigación científica: Diferenciando entre investigación básica e investigación aplicada.* Autor. <https://institutoclaret.cl/wp-content/uploads/2020/03/3%C2%B0-Taller-de-investigaci%C3%B3n-semana-30-marzo.pdf>

Lux Cardona, B. (2015). *Conceptos básicos de morfometría de cuencas hidrográficas.* Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
<https://core.ac.uk/download/pdf/35294551.pdf>

Melgarejo, C. (2018). *Efecto del Nivel De Salinidad Del Agua de Riego en el crecimiento del cultivo de espinaca en suelo arenoso.* Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3609/melgarejo-choque-carolay-antuanett.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2010, 17 de marzo). *Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM, que aprueba los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.* Diario Oficial *El Peruano*.
https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf

MINEM. (2016). *Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua.* MINEM.
<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/regionales/Publicaciones/GUIA%20HIDROCARBUROS%20II.pdf>

Misari, E. (2023). *Determinación de la calidad de agua del humedal de Tragadero, contaminado por el vertimiento de aguas residuales domésticas en la provincia de Jauja 2022 Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal.* Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13084/7743>

Mullor, C. (2017). *Estudio de la Salinidad de las aguas de escorrentía en el entorno agrícola de los ríos Segura-Vinalopó*. Universidad Miguel Hernández.

<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4297/1/TFG%20Mullor%20Real%2C%20Cristina.pdf>

Nogueira , L., & Acosta, G. (1988). *Hidrologia*. Brasil: Edgard Blücher Ltda. [https://books.](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=LQG5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP8&dq=hidrologia&ots=oNn0G-Xc-N&sig=sAPxCy_gjH_B9rAnGT)

[google.es/books?hl=es&lr=&id=LQG5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP8&dq=hidrologia&ots=oNn0G-Xc-N&sig=sAPxCy_gjH_B9rAnGT](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=LQG5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP8&dq=hidrologia&ots=oNn0G-Xc-N&sig=sAPxCy_gjH_B9rAnGT)
[eVbms2rns#v=onepage&q=hidrologia&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=LQG5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP8&dq=hidrologia&ots=oNn0G-Xc-N&sig=sAPxCy_gjH_B9rAnGT)

Ordoñez, J. (2011). *Cartilla Técnica: Aguas subterráneas-acuíferos*. (Z. Novoa, Ed.) Lima,

Perú. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

Peché, B. (2020). *Monitoreo Semestral de calidad de agua - temporada húmeda 2019*. Lima:

Lumina Copper Sac. <https://siar.regioncajamarca.gob.pe/documentos/informe-monitoreo-semestral-calidad-agua-microcuenca-rio-grande>

Pinilla, G. (2010). An index of limnological conditions for urban wetlands of Bogotá City,

Colombia. *Ecological Indicators*, 10, 848-856. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.01.006>

Quispe M., C. (2019). *Evaluación de pasivos ambientales mineros en Mesa de Plata, río*

Hualgayoc – Cajamarca [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Cajamarca].

<http://hdl.handle.net/20.500.14074/3654>

Reyes Trujillo, A., Barroso, F. U., & Carvajal Escobar, Y. (2014). Guía básica para la

caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas. Santiago de Cali.

<https://books.google.com.pe/books?id=LLNJDwAAQBAJ&pg=PT37&lpg=PT37&dq=L>

a+pendiente+es+la+variación+de+la+inclinación+de+una+cuenca;+su+determinación+es+importante+para+definir+el+comportamiento+de+la+cuenca+respecto+al+desplazamiento+de+las

Ríos S., Agudelo, R. M., y Gutiérrez, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236–247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>

Rodríguez Cruzado, S. R., & Huamán Vidaurre, J. (2016). *Clasificación de cuencas, subcuencas y microcuencas según sus parámetros geomorfológicos en la región Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Geotécnica y Geología, Cajamarca.

Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Education. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Sánchez, F. (2012). *Hidrología - Hidrogeología*. España: Universidad de Salamanca. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32270616/Hidrologia_e_Hidrogeologia_\(Libro\)-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1657183452&Signature=GwRq9Gliv~XpUVlQ8J7foH4rkWC08YXxR4FYkW22AapCAIo6vOjjVCbAfW0HEYge2x8pd9HRnrQFabqGth155FZVkkqY~5cVD17~TPozt6ImTd6aSe6nFGIxS](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32270616/Hidrologia_e_Hidrogeologia_(Libro)-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1657183452&Signature=GwRq9Gliv~XpUVlQ8J7foH4rkWC08YXxR4FYkW22AapCAIo6vOjjVCbAfW0HEYge2x8pd9HRnrQFabqGth155FZVkkqY~5cVD17~TPozt6ImTd6aSe6nFGIxS)

Servicio Nacional de Estudios Territoriales [SNET]. (2012). *Índice de calidad del agua general (ICA)* [PDF]. <https://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calcululoICA.pdf>

Soni, H. B., & Thomas, S. (2014). Assessment of surface water quality in relation to water quality index of tropical lentic environment, Central Gujarat, India. *International journal of environment*, 3(1), 168-176.

Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). *Groundwater hydrology* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Torres, P., & Cruz, C. H. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano una revisión crítica. *Revista Ingenierías*, 8(15), 79-94.

Vera, C., & Camilloni, I. (2012). El ciclo del agua. *EXPLORA*, 2-3.

<http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002315.pdf>

Villón, M. (2004). *Hidrología*. Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-JjGDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=hidrologia&ots=liHKrSlb55&sig=0OKm9fokByG86Naf1XlxaPUQQto#v=onepage&q&f=false>

Yogendra, K., & Puttaiah, E. T. (2008). Determination of water quality index and sustainability of an urban waterbody in Shimoga Town, Karnataka. *Taal2007: The 12th world lake*, 342-346.

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. ALBUM FOTOGRAFICO

Fotografías tomadas Durante el estudio de la Calidad de las Aguas en la Microcuenca Yanacocha-La Encañada.

Época Húmeda.

Foto tomada en la Estación M1 en la época Húmeda, EN la Laguna Yanacocha





Foto tomada en la Estación M3 en la época Húmeda, Quebrada Llipia



Foto tomada en la Estación M4, en la Quebrada Chupicarria, época húmeda



Muestreo en época de estiaje (S)

M1-S Laguna Yanacocha



M3-S foto tomada en la Quebrada Llipia, época de estiaje



M4-S foto tomada en la Quebrada Chupicarria, época de estiaje



M5-S Foto tomada en las Filtraciones de Agua Subterránea, época de estiaje



M6-S Foto tomada en la microcuenca baja, época de estiaje



M7-S Foto tomada en el Manantial de Agua subterránea, época de estiaje



7.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA (M1, H-S AL M7, H-S).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9226411.7 E:796329.2
UBICACIÓN : Laguna Yanacocha
MUESTRA : M1-H
FECHA : 23/03/2023

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 - 14	6.12	-	6.5 – 8.5
2	TEMPERATURA	°C	20	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	34	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	79.1	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	30	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.0292		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	120	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	80	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.01	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	576.2		
11	TURBIDEZ	NTU	1.9		
12	DBO	mg/L	10.5		

Dr. Hugo Mosquera Estiver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	88.5	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	56.4	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.002	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.031	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	42.80	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.023	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	59.60	250	400
10	FIERRO (Fe)	-	0.04	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.03	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.01	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^{1-})	ppm	0.02	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^{1-})	ppm	-	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLUORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.

Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27564



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9226411.7 E:796329.2
UBICACIÓN : Laguna Yanacocha
MUESTRA : M1- H
FECHA : 23/03/2023

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 17/03/2023 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 23/03/2023 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	1.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.

Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

- (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
 (b) Después de la filtración simple.
 (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).
 Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 5:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
 - Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.
- (1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH_3) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.

- (2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3).

Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3)

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
Salinidad 10 g/kg								
7,0	41,00	29,00	20,00	14,00	9,40	6,60	4,40	3,10
7,2	26,00	18,00	12,00	8,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,80	5,30	3,70	2,60	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,44	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,56	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 20 g/kg								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10
7,2	27,00	19,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,60	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,90	4,70	3,40	2,30	1,60	1,10	0,78	0,53
8,0	4,40	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,80	1,90	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,24
8,4	1,80	1,20	0,84	0,59	0,44	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,78	0,56	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,34	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 30 g/kg								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,20	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	8,70	5,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,60	3,70	3,10	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,81	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,69	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,84	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,78	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,50	0,34	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

Notas:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N ($\text{NH}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH_3).

NOTA GENERAL:

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.

- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.

- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DINÁMICAS



ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9226083 E:795776.5
UBICACIÓN : Resumen Laguna Yanacocha
MUESTRA : M2- H
FECHA : 23/03/2023

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 - 14	6.80	-	6.5 - 8.5
2	TEMPERATURA	°C	21	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	13	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	76	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	10	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.075		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	25	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	30	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.0	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	558.1		
11	TURBIDEZ	NTU	1.1		
12	DBO	mg/L	9.63		


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	70.0	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	30.0	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.003	0.05	-
6	FÓSFATO	ppm	0.06	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	39.3	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.025	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	49.80	250	400
10	FIERRO (Fe)	-	0.03	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.04	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.02	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^{1-})	ppm	0.03	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^{1-})	ppm	-	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Dr. Hugo Mosquera Estrada
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9226083 E:795776.5
UBICACIÓN : Resumen Laguna Yanacocha
MUESTRA : M2- H
FECHA : 23/03/2023

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 17/03/2023 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 23/03/2023 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.

Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENTIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225097 E:795136
UBICACIÓN : Quebrada Llipia
MUESTRA : M3 - H
FECHA : 23/03/2023

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 – 14	5.70	-	6.5 – 8.5
2	TEMPERATURA	°C	19	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	22	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	71.4	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	17	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.0447		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	18	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	22	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.01	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	554.6		
11	TURBIDEZ	NTU	1.1		
12	DBO	Mg/L	10.02		


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	31.0	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	22.0	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.004	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.03	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	38.7	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.023	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	45.50	250	400
10	FIERRO (Fe)	-	0.04	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.03	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.03	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^{1-})	ppm	0.05	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^{1-})	ppm	-	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO F^{-}	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.

Dr. Hugo Mosquera Estrover
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225097 E:795136
UBICACIÓN : Quebrada Llipia
MUESTRA : M3 - H
FECHA : 23/03/2023

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 17/03/2023 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 23/03/2023 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENTIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225084 E:795130
UBICACIÓN : Quebrada Cancha Corral
MUESTRA : M4 - H
FECHA : 23/03/2023

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 - 14	6.50	-	6.5 - 8.5
2	TEMPERATURA	°C	20	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	16	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	65.7	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	13	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.0614		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	8	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	12	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.01	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	580.4		
11	TURBIDEZ	NTU	1.0		
12	DBO	Mg/L	10.3		


Dr. Hugo Mosquera Estrader
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	38.0	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	29.0	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.003	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.06	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	36.0	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.025	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	39.40	250	400
10	FIERRO (Fe)	-	0.03	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.02	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.01	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^{1-})	ppm	0.02	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^{1-})	ppm	-	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Dr. Hugo Mosquera Estrada
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225084 E:795130
UBICACIÓN : Quebrada Cancha Corral
MUESTRA : M4 - H
FECHA : 23/03/2023

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 17/03/2023 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 23/03/2023 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225079 E:794588
UBICACIÓN : Filtración de agua subterránea
MUESTRA : M5 - H
FECHA : 23/03/2023

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 - 14	7.52	-	6.5 - 8.5
2	TEMPERATURA	°C	21	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	202	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	60.4	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	168	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.005		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	80	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	100	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.1	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	570.4		
11	TURBIDEZ	NTU	1.6		
12	DBO	Mg/L	16.7		


Dr. Hugo Mosquera Estraber
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	69.0	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	41.2	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.004	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.09	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	41.0	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.018	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	52.30	250	400
10	FIERRO (Fe)	-	0.02	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.04	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.05	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2) $^{1-}$	ppm	0.05	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3) $^{1-}$	ppm	-	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Dr. Hugo Mosquera Estrada
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225079 E:794588
UBICACIÓN : Filtración de agua subterránea
MUESTRA : M5 - H
FECHA : 23/03/2023

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 17/03/2023 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 23/03/2023 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.

Dr. Hugo Mosqueira Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENTIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9223590 E:793572
UBICACIÓN : Puente Rodacocha
MUESTRA : M6 - H
FECHA : 23/03/2023

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 – 14	7.10	-	6.5 – 8.5
2	TEMPERATURA	°C	20	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	30.0	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	71.6	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	30.0	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.0259		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	51.0	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	38.0	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.025	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	575.7		
11	TURBIDEZ	NTU	0.9		
12	DBO	Mg/L	14.2		


Dr. Hugo Mosquera Estrada
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	38.0	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	29.5	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.006	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.021	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^-)	ppm	44.0	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.02	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	48.20	250	400
10	FIERRO (Fe)	-	0.03	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.02	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.04	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^{1-})	ppm	0.03	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^{1-})	ppm	-	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.

Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9223590 E:793572
UBICACIÓN : Puente Rodacocha
MUESTRA : M6 - H
FECHA : 23/03/2023

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 17/03/2023 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 23/03/2023 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225030.2 E:7945320
UBICACIÓN : Manantial de Agua Subterránea
MUESTRA : M7- H
FECHA : 23/03/2023

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 - 14	6.5	-	6.5 - 8.5
2	TEMPERATURA	°C	18	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	28	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	65	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	22	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.03		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	15	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	11	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.01	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	526.1		
11	TURBIDEZ	NTU	0.08		
12	DBO	mg/L	12.4		


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	65.0	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	52.0	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.006	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.06	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^-)	ppm	50.8	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.02	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	68.1	250	400
10	FIERRO (Fe)	-	0.02	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.03	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.02	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2) ¹⁻	ppm	0.03	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3) ¹⁻	ppm	0.00	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO ¹⁻	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225030.2 E:7945320
UBICACIÓN : Manantial de Agua Subterránea
MUESTRA : M7 - H
FECHA : 23/03/2023

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 17/03/2023 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 23/03/2023 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.


Dr. Hugo Mosquera Estrada
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9226411.7 E:796329.2
UBICACIÓN : Laguna Yanacocha
MUESTRA : M1- S
FECHA : 17/06/2024

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 – 14	4.61	-	6.5 – 8.5
2	TEMPERATURA	°C	14.7	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	44	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	114.1	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	22	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.02		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	80	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	35	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.0	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	578.2		
11	TURBIDEZ	NTU	0.8		
12	DBO	mg/L	9.10		

Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	75.1	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	35.6	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.002	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.092	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	45.2	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.02	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	55.2	250	400
10	FIERRO (Fe)	-	0.02	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.01	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.02	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^{1-})	ppm	0.01	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^{1-})	ppm	0.02	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Dr. Hugo Mosquera Estrada
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27864



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9226411.7 E:796329.2
UBICACIÓN : Laguna Yanacocha
MUESTRA : M1 - S
FECHA : 17/06/2024

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 13/06/2024 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 17/06/2024 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento de COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.


Dr. Hugo Mosquera Estrayer
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCION : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9226083 E:795776.5
UBICACIÓN : Resumen Laguna Yanacocha
MUESTRA : M2 - S
FECHA : 17/06/2024

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 - 14	6.9	-	6.5 – 8.5
2	TEMPERATURA	°C	11.1	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	23	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	79.7	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	22	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.04		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	130	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	80	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.03	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	643		
11	TURBIDEZ	NTU	2		
12	DBO	mg/L	8.10		


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	Ppm	110	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	90	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.003	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.09	0.1	-
		-	7.5	-	2.5
7	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	50.6	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.02	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	62.3	250	400
10	FERRO (Fe)	ppm	0.04	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.02	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.03	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^{1-})	ppm	0.06	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^{1-})	ppm	0.06	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9226083 E:795776.5
UBICACIÓN : Resumen Laguna Yanacocha
MUESTRA : M2 - S
FECHA : 17/06/2024

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 13/06/2024 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 17/06/2024 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FCALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	4.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FCALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225097 E:795136
UBICACIÓN : Quebrada Llipia
MUESTRA : M3 - S
FECHA : 17/06/2024

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 - 14	4.98	-	6.5 - 8.5
2	TEMPERATURA	°C	9.78	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	31	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	79.7	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	22	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.03		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	15	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	21	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.01	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	652		
11	TURBIDEZ	NTU	0.5		
12	DBO	mg/L	8.5		


Dr. Hugo Masqueiro Estrada
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	45.0	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	38.0	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.003	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.03	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	45.6	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.03	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	52.8	250	400
10	FIERRO (Fe)	ppm	0.03	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.01	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.02	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^{1-})	ppm	0.01	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^{1-})	ppm	0.03	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENTIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225097 E:795136
UBICACIÓN : Quebrada Llipia
MUESTRA : M3 - S
FECHA : 17/06/2024

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 13/06/2024 **HORA:** 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 17/06/2024 **HORA:** 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FCALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FCALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225084 E:795130
UBICACIÓN : Quebrada Cancha Corral
MUESTRA : M4 - S
FECHA : 17/06/2024

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 - 14	6.09	-	6.5 – 8.5
2	TEMPERATURA	°C	9.48	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	21	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	68.4	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	15	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.05		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	10	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	14	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.01	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	652		
11	TURBIDEZ	NTU	0.5		
12	DBO	mg/L	7.53		


Dr. Hugo Mosquera Estrada
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	48	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	41	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.03	0.05	-
6	FÓSFORO	ppm	0.06	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	41.2	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.02	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	50.7	250	400
10	FIERRO (Fe)	ppm	0.03	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.03	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.04	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^{1-})	ppm	0.02	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^{1-})	ppm	0.02	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Dr. Hugo Mosquera Estrader
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225084 E:795130
UBICACIÓN : Quebrada Cancha Corral
MUESTRA : M4 - S
FECHA : 17/06/2024

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 13/06/2024 **HORA:** 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 17/06/2024 **HORA:** 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECAL TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento de COLIFORMES FECAL MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



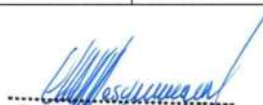
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225079 E:794588
UBICACIÓN : Filtración de agua subterránea
MUESTRA : M5 - S
FECHA : 17/06/2024

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 - 14	7.3	-	6.5 – 8.5
2	TEMPERATURA	°C	8.48	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	43	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	62.5	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	29	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.02		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	21	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	100	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.02	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	647		
11	TURBIDEZ	NTU	1.8		
12	DBO	mg/L	20.8		


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	90	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	82	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.004	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.18	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	51.5	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.01	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	63.4	250	400
10	FIERRO (Fe)	ppm	0.05	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.01	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.05	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^{1-})	ppm	0.04	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^{1-})	ppm	0.05	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACÓCHA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225079 E:794588
UBICACIÓN : Filtración de agua subterránea
MUESTRA : M5 - S
FECHA : 17/06/2024

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 13/06/2024 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 17/06/2024 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml,	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.


Dr. Hugo Mosquera Estrada
JEFE DE LABORATORIO
OIP 27564



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOCOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9223590 E:793572
UBICACIÓN : Puente Rodacocha
MUESTRA : M6 - S
FECHA : 17/06/2024

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 - 14	6.78	-	6.5 – 8.5
2	TEMPERATURA	°C	10.9	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	37	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	72.6	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	27	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.03		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	18	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	12	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.02	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	672		
11	TURBIDEZ	NTU	0.5		
12	DBO	mg/L	7.5		


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	50.0	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	32.0	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.006	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.03	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	49.8	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.02	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	60.1	250	400
10	FIERRO (Fe)	-	0.01	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.02	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.01	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^{1-})	ppm	0.02	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^{1-})	ppm	0.02	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9223590 E:793572
UBICACIÓN : Puente Rodacocha
MUESTRA : M6 -S
FECHA : 17/06/2024

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 13/06/2024 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 17/06/2024 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOCCHA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225030.2 E:7945320
UBICACIÓN : Manantial de Agua Subterránea
MUESTRA : M7 - S
FECHA : 17/06/2024

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.- ANÁLISIS FÍSICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	pH	0 - 14	6.12	-	6.5 - 8.5
2	TEMPERATURA	°C	11.3	-	
3	CONDUCTIVIDAD eléctrica	US/CM	22	500	2000
4	OXIGENO DISUELTO	% Sat	59	250	1000
5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ABSOLUTA	US/CM	16	75	300
6	RESISTIVIDAD		0.04		
7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	11	30	200
8	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	16	-	150
9	SALINIDAD	ppm	0.0	-	
10	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	mm/Hg	647		
11	TURBIDEZ	NTU	0.6		
12	DBO	mg/L	8.7		


Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



II.- ANÁLISIS QUÍMICO

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
1	DUREZA DE CALCIO (CaCO_3)	ppm	39.0	75	200
2	DUREZA DE MAGNESIO (CaCO_3)	ppm	41.0	30	250
3	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
4	PLOMO	ppm	-	0.1	-
5	SELENIO	ppm	0.006	0.05	-
6	FOSFATO	ppm	0.03	0.1	-
7	CLORUROS (Cl^-)	ppm	53.1	-	250
8	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.02	0.2	0.2
9	SULFATOS (SO_4^{2-})	ppm	65.8	250	400
10	FIERRO (Fe)	-	0.02	0.1	1.0
11	COBRE (Cu)	ppm	0.01	0.05	1.5
12	MANGANESO (Mn)	ppm	0.02	0.5	0.5
13	NITRITO (NO_2^-)	ppm	0.01	3.0	3.0
14	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
15	NITRATO (NO_3^-)	ppm	0.01	50.00	50.0
16	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
17	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
18	FLUORURO F^-	ppm	-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.


Dr. Hugo Mosquera Estrada
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27564



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y
DINÁMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

SOLICITA : Wilver Morales Céspedes
TESIS DOCTORAL : "ZONIFICACIÓN SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA YANACOA ENCAÑADA Y SU INFLUENCIA EN LOS MANANTIALES Y AGUA SUBTERRÁNEA"
MENCIÓN : GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
COORDENADAS : N:9225030.2 E:7945320
UBICACIÓN : Manantial de Agua Subterránea
MUESTRA : M7 - S
FECHA : 17/06/2024

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 13/06/2024 HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS : 17/06/2024 HORA: 4:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.00

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECuento DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.

Dr. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

7.3. DECRETO SUPREMO DEL ECA-2017 MINEM

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

DECRETO SUPREMO
N° 004-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,

publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales**a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos**- Estuarios**

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precítese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermiales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

Artículo 8.- Sistematización de la Información

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

Artículo 9.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, el Ministro de Agricultura y Riego, el Ministro de Energía y Minas, la Ministra de Salud, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA

Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo ($C_{25} - C_{30}$)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N (NO_2^- -N), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO_2^-).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{E_{\text{CAcloroformo}}} + \frac{C_{\text{dibromoclorometano}}}{E_{\text{CA dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{bromodichlorometano}}}{E_{\text{CA bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{bromoformo}}}{E_{\text{CA bromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y

ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 1:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICOS- QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10	**
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
<i>Giardia duodenalis</i>	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
<i>Salmonella spp</i>	Presencia/100 ml	0	0
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

Nota 2:

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.
- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FÍSICOS- QUÍMICOS					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
Bifenilos Policlorados					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃⁻-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).

(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 3:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoniaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃).

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

Nota:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5	10	
Bicarbonatos	mg/L	518	**	
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1	
Cloruros	mg/L	500	**	
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)	100 (a)	
Conductividad	(μS/cm)	2 500	5 000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15	15	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40	
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2	0,5	
Fenoles	mg/L	0,002	0,01	
Fluoruros	mg/L	1	**	
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100	100	
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10	10	
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 5	
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	
Sulfatos	mg/L	1 000	1 000	
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5	5	

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	
Arsénico	mg/L	0,1	0,2	
Bario	mg/L	0,7	**	
Benlio	mg/L	0,1	0,1	
Boro	mg/L	1	5	
Cadmio	mg/L	0,01	0,05	
Cobre	mg/L	0,2	0,5	
Cobalto	mg/L	0,05	1	
Cromo Total	mg/L	0,1	1	
Hierro	mg/L	5	**	
Litio	mg/L	2,5	2,5	
Magnesio	mg/L	**	250	
Manganeso	mg/L	0,2	0,2	
Mercurio	mg/L	0,001	0,01	
Níquel	mg/L	0,2	1	
Plomo	mg/L	0,05	0,05	
Selenio	mg/L	0,02	0,05	
Zinc	mg/L	2	24	

ORGÁNICO

Bifenilos Policlorados

Bifenilos Policlorados (PCB)	μg/L	0,04	0,045	
------------------------------	------	------	-------	--

PLAGUICIDAS

Paratión	μg/L	35	35	
----------	------	----	----	--

Organoclorados

Aldrin	μg/L	0,004	0,7	
Clordano	μg/L	0,006	7	
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	μg/L	0,001	30	
Dieldrin	μg/L	0,5	0,5	
Endosulfán	μg/L	0,01	0,01	
Endrin	μg/L	0,004	0,2	
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	μg/L	0,01	0,03	
Lindano	μg/L	4	4	

Carbamato

Aldicarb	μg/L	1	11	
----------	------	---	----	--

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 4:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(μS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₄ ⁺)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

- (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
 (b) Después de la filtración simple.
 (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3).
 Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 5:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.
- (1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH_3) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.
- (2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3).

Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3)

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
Salinidad 10 g/kg								
7,0	41,00	29,00	20,00	14,00	9,40	6,60	4,40	3,10
7,2	26,00	18,00	12,00	8,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,80	5,30	3,70	2,60	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,44	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,56	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 20 g/kg								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10
7,2	27,00	19,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,60	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,90	4,70	3,40	2,30	1,60	1,10	0,78	0,53
8,0	4,40	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,80	1,90	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,24
8,4	1,80	1,20	0,84	0,59	0,44	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,78	0,56	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,34	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 30 g/kg								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,20	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	8,70	5,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,60	3,70	3,10	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,81	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,69	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,84	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,78	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,50	0,34	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

Notas:

- (*)El estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.
- (**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N ($\text{NH}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH_3).

NOTA GENERAL:

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.
- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2