

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA FINES DE RIEGO EN LA
SUB-CUENCA SALADO DE LA CUENCA ALTO APURIMAC”**

Presentado por

Bach. Daniel Marín Tunquipa

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRICOLA**

PROMOCION 2012 - II

PUNO – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA FINES DE RIEGO EN LA SUB-
CUENCA SALADO DE LA CUENCA ALTO APURIMAC**

TESIS

PRESENTADA POR

DANIEL MARÍN TUNQUIPA

Presentado a la Dirección de Investigación de la Facultad de
Ingeniería Agrícola; como Requisito para optar el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR EL JURADO INTEGRADO POR:

PRESIDENTE



M.Sc. Oscar R. Mamani Luque

PRIMER MIEMBRO

M.Sc. Roberto Alfaro Alejo

SEGUNDO MIEMBRO



M.Sc. Bernardo Pío Coloma Paxi

RECTOR DE TESIS



M.Sc. Audberto Millones Chafloque

ÁREA : Ingeniería y Tecnología
TEMA: Gestión de sistema de riego
LÍNEA: Recursos Hídricos

DEDICATORIA

A MIS MADRE MAGDALENA, POR HABERME APOYADO EN TODO MOMENTO, POR SUS VALORES Y COMPRESION INCONDICIONAL PARA MI PERSONA, AMI TIOS SEGUNDINA, ROSA, OCTAVIO, EDIKLBERTO Y GUADALUPEPOR SUS CONSEJOS Y APOYO ECONOMICO AMI PADRE AVELINO POR LO MISMO.

A MIS TIOS SEGUNDINA, ROSA, OCTAVIO EDILBERTO Y GUADALUPE POR LOS EJEMPLOS DE PERSEVERANCIA Y CONSTACIA QUE LOS CARACTERIZA Y QUE HAN INFUNDADO EN MI Y POR SU COMPRENCION INCONDICIONAL.

DANIEL MARIN TUNQUIPA.

AGRADECIMIENTO

A NUESTRA ALMA MATER LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO POR ACOGERNOS EN SUS AULAS Y FORMARNOS.

A LOS DOCENTE DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA EL MÁS SINSERO AGRADESIMIENTO POR LOS CONOCIMIENTOS COMPARTIDOS A LO LARGO DE LA VIDA UNIVERSITARIA.

A MIS AMIGOS POR HABER APOYADO DIRECTA E INDIRECTAMENTE EN TODA MI VIDA UNIVERSITARIA.

DANIEL MARIN TUNQUIPA.

INDICE

RESUMEN

I. CAPITULO INTRODUCCION.....	12
1.1. GENERALIDADES.....	12
1.2. ANTECEDENTES.	12
1.3. JUSTIFICACION.....	13
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2. OBJETIVO ESPECIFICO	15
1.5. HIPOTESIS.....	15
1.5.1. HIPOTESIS GENERAL.....	15
1.5.2. HIPOTESIS ESPECÍFICO.....	15
II. CAPITULO MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....	16
2.1. CONCEPTO DE RIEGO.	16
2.2. CONCEPTO DE AGUA.....	16
2.3. CONCEPTO DE CALIDAD.	16
2.4. CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO.....	17
2.4.1. LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA AGRICULTURA	17
2.5. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	18
2.6. TIPOS DE CONTAMINACION DEL AGUA.	18
2.7. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA.....	22
2.8. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA.....	25
2.8.1. USO DE LA TIERRA Y SU RELACION CON LA CALIDAD DEL AGUA.....	25
2.8.2. LA ACTIVIDAD GANADERA U SU RELACION CON LA CALIDAD DEL AGUA.....	26
2.8.3. LA AGRICULTURA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA.....	28
2.8.4. ACTIVIDAD HUMANA.	29
2.8.5. COBERTURA VEGETAL.	30
2.8.6. ACTIVIDADES FORESTALES.....	30
2.9. CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA EN UNA MICROCUENCA HIDROGRAFICA.	31
2.10. PROCESOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA EN UNA MICROCUENCA.	32
2.11. INDICADORES FISICO-QUIMICOS Y BIOLOGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA.	33
2.11.1. INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA.	33
a. Coliformes Totales.....	34
b. Coliformes Termotolerantes (Fecales).....	35
c. Bacterias.....	37

d.	Algas.....	37
e.	Insectos.....	40
2.11.2.	INDICADORES ORGANOLEPTICOS.....	41
a.	Color.....	41
b.	Olor y Sabor.....	43
2.11.3.	INDICADORES FISICO Y QUIMICOS DEL AGUA.....	45
a.	Potencial del Hidrogeno (pH).....	46
b.	Temperatura.....	50
c.	Conductividad Eléctrica.....	52
d.	Salinidad.....	53
e.	Dureza total.....	54
f.	Alcalinidad.....	56
g.	Cloruros.....	57
h.	Sulfatos.....	60
i.	Nitratos.....	63
j.	Calcio.....	67
k.	Magnesio.....	68
l.	Solidos Totales.....	68
2.12.	NORMAS QUE GARANTICEN LA CALIDAD DE AGUA.....	70
2.12.1.	ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA.....	70
2.13.	ELEMENTOS DE VIGILANCIA Y CONTROL.....	72
2.14.	RECOLECCION PRESENTACION Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS.....	72
III.	CAPITULO MATERIALES Y METODOS.....	74
3.1.	CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA.....	74
3.1.1.	UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	74
3.1.2.	DEMARCACION HIDROGRAFICA.....	74
3.1.3.	DEMARCACION POLITICA.....	74
3.1.4.	DEMARCACION ADMINISTRATIVA.....	78
3.1.5.	ACCESIBILIDAD – VIAS DE COMUNICACIÓN.....	78
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	79
3.2.1.	BIOLOGICOS.....	79
3.2.2.	MATERIALES.....	79
3.2.3.	EQUIPO.....	79
3.2.4.	SERVICIOS.....	80
3.3.	METODOLOGIA.....	80
3.3.1.	TIPO DE INVESTIGACION.....	80

3.3.2.	POBLACION Y MUESTRA.....	80
3.3.3.	PLANIFICACION DE LOS TRABAJOS.....	80
3.3.4.	DEFINICION DEL AMBITO DE TRABAJO.	81
3.3.5.	OBTENCION DE INFORMACION DE CAMPO.....	82
a.	Ubicación Política.....	83
b.	Ubicación del Punto de Muestreo.....	83
c.	Descripción de observaciones y Toma de Fotografías.	83
d.	Análisis Organolépticos y Físicas del Agua.	83
e.	Técnicas de Muestreo.	84
3.3.6.	ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA EN LABORATORIO.	85
a.	Equipo de Laboratorio para la Determinación de los Parámetros Químicos.....	86
b.	Equipo de Laboratorio de Microbiología para la Determinar el Grupo de Coliformes.	86
3.3.7.	PROCESAMIENTO DE INFORMACION.....	86
3.3.8.	INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	87
IV.	CAPITULO RESULTADO Y DISCUCIONES	88
4.1.	IDENTIFICACION, ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE PUNTOS DE MONITOREO.	88
4.1.1.	UNIDAD HIDROGRAFICA CAÑIPIA.	91
4.1.2.	UNIDAD HIDROGRAFICA CHALLUTA.....	92
4.1.3.	UNIDAD HIDROGRAFICA ALTO SALADO.....	93
4.1.4.	UNIDAD HIDROGRAFICA OCORURO.....	95
4.1.5.	UNIDAD HIDROGRAFICA PALLPATAMAYO.....	96
4.2.	ANALISIS DE INFORMACION DE LABORATORIO.....	97
4.2.1.	CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS.	97
a.	Color.....	97
b.	Olor y Sabor.....	98
c.	Alcalinidad como CaCO ₃	98
d.	Temperatura.....	99
e.	Calcio como Ca ⁺⁺	100
f.	Cloruros como Cl ⁻	101
g.	Conductividad.....	102
h.	Nitratos como NO ₃ ⁻	103
i.	Potencial de hidrogeno (ph).....	104
j.	Sulfatos como SO ₄ ⁼	105
k.	Magnesio como Mg ⁺⁺	107
l.	Sodio como Na ⁺	108

4.2.2.	CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS.....	108
a.	NMP Coliformes Termotolerantes.....	108
b.	NMP Coliformes Totales.....	109
4.2.3.	CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO EN BASE A LOS PARAMETROS PERMISIBLES.	109
V.	CAPITULO CONCLUSIONES Y OBJETIVOS.....	112
VI.	CAPITULO RECOMENDACIONES	114
VII.	CAPITULO REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	116
	ANEXOS.....	111
	ANEXO-A.....	112
	PANEL FOTOGRAFICO	
	ANEXO-B.....	122
	CUADRO DE CERTIFICADO DE ANALISIS	

INDICE DE CUADROS

Cuadro 01:	Estándares nacionales de calidad de agua categoría 3, riego de vegetales	60
Cuadro 02:	Tipo de preservación y tiempo de almacenamiento de muestras	63
Cuadro 03:	Resumen de laboratorio	101

INDICE DE TABLAS

Tabla 01:	Estándares permisibles para determinar la calidad del agua.....	25
	Coliformes totales.	
Tabla 02:	Estándares permisibles para determinar la calidad del agua.....	27
	Coliformes termotolerantes.	
Tabla 03:	Tipos de microorganismos en el agua.....	27
Tabla 04:	Olores característicos del agua y su origen.....	33
Tabla 05:	Límites de percepción en algunos sales y componentes.....	34
Tabla 06:	Principales formas de cloro en el agua natural.....	49
Tabla 07:	Superficie distrital – área de estudio.....	65
Tabla 08:	Vías de comunicación.....	69
Tabla 09:	Ubicación de los puntos de monitoreo.....	78
Tabla 10:	Ubicación de microcuencas.....	78
Tabla 11:	Aforos de la unidad hidrográfica Cañipia.....	82
Tabla 12:	Aforos de la unidad hidrográfica Challuta.....	83
Tabla 13:	Aforos de la unidad hidrográfica Alto Salado.....	85
Tabla 14:	Aforos de la unidad hidrográfica Ocoruro.....	86
Tabla 15:	Aforos de la unidad hidrográfica Pallpatamayo.....	87

INDICE DE FIGURAS

Figura 01:	Afectaciones ocasionadas por el hombre en el ciclo..... 10	10
	Hidrológico	
Figura 02:	Factores que influyen en la calidad de agua en una..... 15	15
	micro cuenca	
Figura 03:	Bacterias patógenas..... 29	29
Figura 04:	Animales invertebrados de vida libre..... 30	30
Figura 05:	Potencial hidrogeno..... 39	39
Figura 06:	Ubicación política nacional..... 66	66
Figura 07:	Ubicación política distrital..... 67	67
Figura 08:	Sub división de cuencas-método Pfafstetter..... 72	72
Figura 09:	Equipos portátiles para medir los parámetros físicos..... 74	74
Figura 10:	Equipos y reactivos..... 76	76
Figura 11:	Esquema topológico..... 79	79
Figura 12:	Delimitación de cuencas..... 80	80
Figura 13	Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staft (1954)..... 100	100

RESUMEN

Durante los últimos años se presume de que las aguas de los ríos de la sub-cuenca Salado están siendo contaminadas y estas se vienen usando directamente sin ningún tratamiento adecuado, además estas aguas contienen diferentes componentes como microorganismos que viven en ella, por lo que se ha propuesto estudiar la calidad de las aguas de la sub-cuenca Salado, puesto que los pobladores del medio rural que habitan en las riberas de los ríos están sufriendo varias alteraciones en sus cultivos. En el presente trabajo tiene el objetivo de evaluar la Calidad de las Aguas de la sub-cuenca Salado, para fines de riego.

Las aguas de la sub-cuenca Salado son contaminados desde los diferentes ciudades o pueblos que se encuentran en su jurisdicción, sea desechos orgánicos, grasas y detergentes a lavar carros y ropa y la presencia de varias empresas mineras en las aguas de los ríos en estudio, donde tienen altas concentraciones de contaminantes, estas alteraciones se viene incrementándose año en año, así afectando a la población acuática directamente e indirectamente a los que consumen estas agua contaminadas.

Los estudios se realizaron con muestreo al azar, cuyos resultados muestran que tienen altos contenidos de contaminantes de acuerdo a los resultados de laboratorio con ello se ha determinado que la calidad de las aguas del río Salado están siendo altamente contaminados y no es óptimo para el consumo humano, ni mucho menos para los seres vivos, pero se puede usar para actividad agrícola, por lo se debe tomar especial atención y cuidado en calidad de las aguas donde se vienen consumiendo en el ámbito de estudio, además se sugiere se sigan realizándose los estudios sobre cómo viene afectando a los pobladores de esta zona al consumir dichas aguas y como una de las alternativas se puede usar para fines de riego.

ABSTRACT

In recent years, it is presumed that the waters of the rivers of the sub-watershed Salado are being polluted and these have been in use directly without any proper treatment, and these waters contain different components such as microorganisms that live in it, so they it has been proposed to study the quality of the waters of the sub-watershed Salado, since the rural residents who live on the banks of the rivers are suffering several changes in their crops. In the present study aims to evaluate the quality of the waters of the sub-basin Salado, for irrigation purposes

The waters of the salt subbasin are contaminated from the different towns that are within its jurisdiction, is organic waste, fats and detergents to wash cars and clothes and the presence of several mining companies in the waters of the rivers in the study, where have high concentrations of pollutants, these changes has been increasing year by year, thus affecting aquatic population directly and indirectly to those who consume these contaminated water.

The studies were conducted with random sampling, the results have shown that high levels of pollutants according to lab results with it has been determined that the quality of the waters of the Salado river are still highly contaminated and is not optimal for consumption human, much less for human beings, but can be used for farming, so you must take special care and attention to water quality where you are consuming in the field of study also suggested continue performing studies how is affecting the people of this area by consuming these waters and as one of the alternatives can be used for irrigation purposes.

I. CAPITULO INTRODUCCION

1.1. GENERALIDADES.

En la región de Cuzco, el recurso hídrico es de mucha importancia, debido a que la población esta avocada a uso del riego, el poblador de esta zona no tiene el conocimiento de la contaminación de los ríos de la sub cuenca Salado, por lo que sus áreas de cultivo se afectaran y a la larga quedando infértiles, puesto que las aguas de alguno de sus ríos no son aptas para el consumo humano, pero se puede aprovechar para riego.

Durante los últimos años hemos sido testigos de que las aguas de los ríos de la sub-cuenca Salado se están usando directamente sin ningún tratamiento adecuado, además estas aguas contienen diferentes desechos y microorganismos que viven en ella, por lo que nos proponemos a estudiar la calidad de las aguas del río en estudio para fines de riego, puesto que el agua en la provincia de Espinar se hace escaso cada vez más para satisfacer las necesidades básicas.

Algunas aguas de la sub-cuenca Salado ya sean superficiales o subterráneas son aptos para el consumo humano directo según los estudios realizados por las diferentes instituciones de promoción social tanto pública como privadas establecidos dentro de la Provincia de Espinar, asimismo en el estudio realizados sobre la calidad de las agua de los ríos de la sub-cuenca Salado, se observa que en algunos puntos las aguas están siendo contaminados especialmente del río Ccañipia, en donde se observa que los pobladores vienen contaminando con desechos orgánicos, industriales y domésticos, y grasas y detergentes a lavar carros y ropa en aguas arriba de la ciudad de Yauri.

1.2. ANTECEDENTES.

En cuanto a los antecedentes sobre los estudios en el tema, se puede indicar que se han realizado dos monitoreos sobre la calidad de las aguas

de la cuenca salado, que es “monitoreo participativo de calidad del agua en la cuenca del río Cañipia y Salado” realizados por el ministerio del ambiente mediante la administración local de agua ALA – Alto Apurímac – Velille y la población de la provincia de Espinar llevados a cabo en los años 2012, 2013. Concluye que las aguas del río Cañipia y Salado, que en algunos parámetros superan los Límites Máximos Permisibles, establecidos en los valores guía de la Organización Mundial de la Salud y la de CIPES.

La cuenca del Salado comprende entre 3'812 y 5'112 msnm, tienen un tamaño de 2'413.56 km². Se encuentra en la vertiente del Atlántico, abarca la provincia de Espinar (Cusco), Melgar, Lampa (Puno), Caylloma (Arequipa).

En cualquier población rural el principal problema, es conocer la calidad de las aguas que se consumen para diferentes usos a que se destinan y en nuestra realidad es bastante variable y complicados en nuestro medio por las variaciones de temperatura y descargas.

1.3. JUSTIFICACION.

En la actualidad existen cambios muy acelerados y para adaptarse a ese cambio, prima la necesidad de respuestas efectivas, con resultados que satisfagan las necesidades, pero a medida que la población crece cada vez se incrementa las necesidades de incrementar la producción y productividad agrícola a fin de elevar el nivel de vida del poblador rural, y estas necesidades urgentes se incrementan con el crecimiento de la población incidiendo ello directamente en la salud y nivel de vida de los pobladores del medio rural en vías de desarrollo, por consiguiente repercute en la pobreza más atenuante.

Así, como las aguas de la sub-cuenca Salado no tienen algún control de calidad en función a los límites permisibles de las aguas captado por sus ríos, la misma que no cuenta con un análisis para el uso de los pobladores.

El nivel de vida de los pobladores dentro del ámbito de estudio es bastante bajo, con elevadas tasas de mortalidad infantil, con pocas fuentes de

ocupación lo que conlleva muchas veces a una migración del campo hacia la ciudad (centros Urbanos). Entre los factores que influyen en esta realidad podemos mencionar: Instalación de viviendas en el medio rural, encarecimiento por la dispersión de las viviendas, dificultades topográficas entre las viviendas, falta de medios económicos, Carencias educacionales y culturales, y por último la contaminación de las aguas superficiales en la sub-Cuenca.

Las condiciones climáticas de la zona ubicada a una altitud promedio de 4462 msnm. Se caracteriza por la constante presencia de las inclemencias naturales adverso como la helada, sequías, inundaciones, granizadas, y otros hacen difícil las condiciones de vida de los habitantes, por lo que se estudia la calidad de las aguas de la sub-cuenca Salado, toda vez que en esta zona las aguas de buena calidad y apta para riego y consumo son más escasas.

Los incrementos en la demanda de agua para diferentes usos han ocasionado que las fuentes potenciales de abastecimiento se encuentren cada vez más alejadas de los sitios de consumo; y déficit en algunas zonas de los distritos que abarca la cuenca Salado, se debe principalmente a la falta de infraestructura de conducción y distribución para aprovechar al máximo el recurso hídrico disponible en este caso el de río Salado y Fuentes, asimismo determinar la calidad de las aguas para fines de riego y consumo humano.

Este trabajo permitirá cubrir los vacíos que existen para los proyectistas o diseñadores en el área de proyectos productivos para plantear proyectos de riego a fin de incrementar la producción de la zona en estudio, optimizando el recurso hídrico de la Cuenca Salado, así aprovechando las extensas áreas agrícolas que existen en los distritos que abarca la cuenca Salado, Asimismo el uso para consumo de animales como bebedero y consumo humano que potencialmente pudiera darse.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar la Calidad de las Aguas de la sub-Cuenca Salado para fines de riego.

1.4.2. OBJETIVO ESPECIFICO

Realizar el Diagnostico de la situación actual en que se encuentra el río Salado y los afluentes de ella.

Analizar la calidad del agua en base a los parámetros de calidad de las aguas para usos agrícolas y consumo humano, según normas ambientales nacionales.

1.5. HIPOTESIS.

1.5.1. HIPOTESIS GENERAL.

La calidad de agua en la sub-cuenca salado, son aptas para el riego.

1.5.2. HIPOTESIS ESPECÍFICO.

Las características físicas- químicas y bacteriológicas de agua son diferentes en el área de estudio

Con la evaluación de la calidad de agua permitirá obtener la información real y está cumplirá con los valores de las normas de la calidad del agua para consumo doméstico y agrícola.

II. CAPITULO. MARCO TEORICO CONCEPTUAL.

2.1. CONCEPTO DE RIEGO.

L. CIEZA C. (24), “Es la aplicación artificial del agua al cultivo en cantidad y oportunidad adecuada para dar las condiciones óptimas de humedad al perfil enraizable del suelo y compensar la evapotranspiración”.

C. SANCHEZ. R. (38), “Son los métodos que utilizamos para poder proveer de la cantidad de agua necesaria a una determinada área de cultivo, es decir, son las técnicas de riego que vamos a utilizar para proporcionar la medida exacta de agua a nuestra planta”.

2.2. CONCEPTO DE AGUA.

LEY N° 29338 (12), El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sostengan, y la seguridad de la nación.

OMS (21), El agua es esencial para la vida. La cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada, y su calidad esta sometida a una presión constante. La conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua de bebida, la producción de alimentos y el uso recreativo. La calidad del agua puede verse comprometida por la presencia de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos o radioactivos.

2.3. CONCEPTO DE CALIDAD.

J. MOSES J. (8), “La calidad se define como adecuación al uso, esta definición implica una adecuación del diseño del producto o servicio (calidad de diseño) y la medición del grado en que el producto es conforme con dicho diseño (calidad de fabricación o conformidad). La calidad de diseño se refiere a las características que potencialmente debe tener un producto para

satisfacer las necesidades de los clientes y la calidad de conformidad apunta a como el producto final adopta las especificaciones diseñadas”

2.4. CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO.

L. CIEZA C. (24), La calidad del agua de riego está determinada por la composición y concentración de los diferentes elementos que pueda tener ya sea en solución o en suspensión. La calidad del agua de riego determina el tipo de cultivo a sembrar y el tipo de manejo que debe dársele al suelo.

C. Benítez C. (3), (2002); indica que la calidad del agua en su forma natural está determinada por una mayor o menor concentración y composición de la sales disueltas que contengan. Para evaluar su calidad es necesario conocer a través de sus respectivos análisis, la cantidad de aniones y cationes existentes.

Los principales aniones presentes en el agua son los cloruros, sulfatos, bicarbonatos y nitratos. Por otra parte, los principales cationes son el Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio y otros constituyentes menores como el Boro, Litio, Selenio y metales pesados. El análisis de la sola cantidad de estos constituyentes no hace posible una adecuada evaluación para determinar el efecto que esta agua tienen sobre el suelo y sobre la planta; ya que las condiciones de solubilidad y la capacidad de producir intercambios entre ellos, hace que sus efectos sobre el suelo y su relación con la succión de la planta (presión osmótica) varíen.

2.4.1. LA CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA AGRICULTURA

Perdomo, C. (23), Indica que la calidad del agua se refiere al grado de salubridad y pureza de esta para el consumo humano, en muchos países se ha constatado que la actividad agrícola puede afectar la calidad del agua superficial (ríos y lagos) como subsuperficiales (acuíferos). Los contaminantes más importantes relacionados con la actividad agrícola son el nitrato (NO_3) y los agroquímicos, la contaminación de aguas con nitrato puede provocar toxicidad aguda en

seres humanos (conocida con la enfermedad de niño azul), también algunos estudios indican que el consumo prolongado de agua con altas concentraciones de (NO_3) puede provocar *cáncer*, aun esta teoría no está confirmada, la OMS ha fijado un valor crítico del nitrógeno en forma de nitratos de 10.5mg/l, por encima del cual es agua no es aceptable para el consumo humano. En el caso de pesticidas, si bien no son frecuentes los reportes de toxicidad grave, se cree que el consumo del agua contaminada con estos productos puede llevar también a problemas crónicos, no fácilmente detectables.

2.5. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

Gallego, M. (39), Contaminación es la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

Sagardoy, J. (29), Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua.

2.6. TIPOS DE CONTAMINACION DEL AGUA.

UNICEF. (11), Señala que las categorías de contaminación que impactan a los recursos hídricos se derivan de fuentes puntuales y no puntuales. Éstas afectan y alteran las características naturales de los recursos hídricos, ocasionalmente por actividades naturales, pero en su mayoría el mayor de los impactos es de carácter antropogénico. Dependiendo de su origen existen dos tipos de contaminación de las aguas:

Contaminación puntual: es aquella que descarga sus aguas en un cauce natural, proviene de una fuente específica, como suele ser un tubo o dique. En este punto el agua puede ser medida, tratada o controlada. Este tipo de contaminación está generalmente asociada a las

industrias y las aguas negras municipales.

Contaminación difusa: es el tipo de contaminación producida en un área abierta, sin ninguna fuente específica; este tipo de contaminación está generalmente asociada con actividades de uso de tierra tales como, la agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales.

La contaminación puntual es fácil de eliminar, si se cuenta con los medios para almacenar el agua vertida, contaminada y tratarla. Generalmente se utilizan tanques de sedimentación, donde se depositan los sedimentos en el fondo y luego se trata con químicos el agua para ser vertida a las aguas naturales. El sedimento luego se utiliza como abono orgánico y se estabiliza en un lugar seguro. En el caso de la *contaminación difusa*, su control es más difícil debido a su naturaleza intermitente y su mayor cobertura. Entre las fuentes de mayor dificultad de controlar, y que causan mayor impacto, se encuentran las fuentes no puntuales de contaminación, caso de parcelas donde fluye el agua sobre la superficie de la tierra arrastrando nutrientes, fertilizantes, plaguicidas y otros contaminantes aplicados en las actividades agropecuarias y forestales.

Villegas, J. (35), Este tipo de contaminación es causado por escorrentías de tierras agropecuarias, silvicultura, y ocupación urbana. No se produce de un lugar específico y único, sino que resulta de la escorrentía, precipitación y percolación, se presenta cuando la tasa a la cuál los materiales contaminantes que entran en el cuerpo de agua, exceden los niveles naturales.

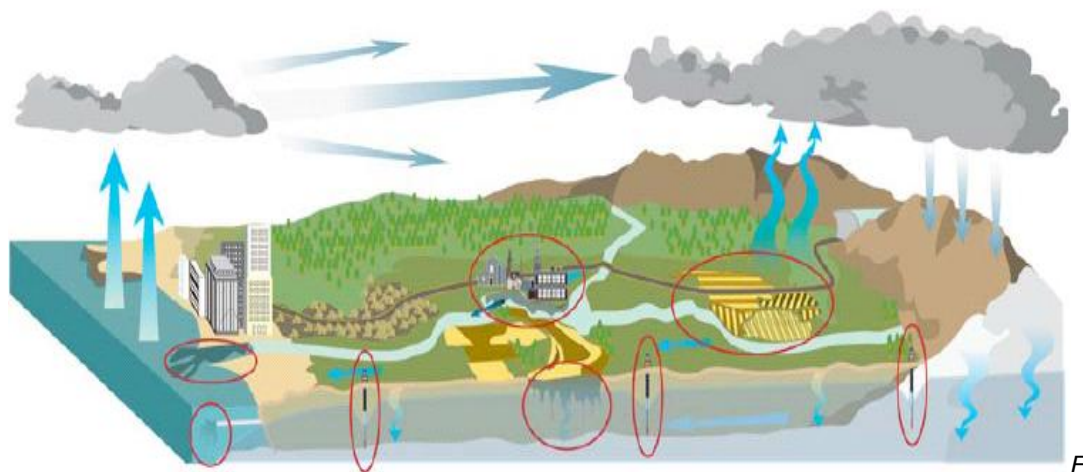
Ongley, E. (20), Las fuentes puntuales de contaminación se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo arrastrado por el agua de lluvia. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta las aguas subterráneas, tierras húmedas, ríos, lagos, y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas. La repercusión de estos contaminantes puede ir desde pequeños trastornos hasta graves catástrofes ecológicas sobre peces, aves, mamíferos y salud humana. La característica principal de estas fuentes es que responden a las

condiciones hidrológicas.

Repetto y Moran. (26), Ponen como ejemplo de este tipo de contaminación se pueden mencionar las actividades industriales y la contaminación de origen doméstico como las excretas humanas, grasas, y jabones.

Solsona, F. (31), Indica que el agua se contamina cuando se echan residuos materiales contaminantes a las cabeceras de cuenca y a las fuentes de agua. Puede ser una industria que vierte los desechos de sus procesos químicos al río, puede ser un agricultor que emplea sustancias tóxicas para eliminar plagas o hierbas en sus cultivos, puede ser una persona que deposita basura en los ojos de agua, ríos o lagos, y hasta nosotros mismos en nuestra casas cuando arrojamos por el inodoro pinturas, aceites o sustancias venenosas. Es decir, desde las grandes empresas a los agricultores a mineros y cada uno de nosotros, todas las personas tienen algún grado de responsabilidad en relación con la contaminación. Y si bien es cierto que algunos contaminan más que otros, en realidad todos somos contaminantes potenciales. Dicho de otro modo, el cuidado y protección de la calidad del agua es responsabilidad de todos.

Figura 01: El esquema muestra algunas afectaciones del ciclo hidrológico ocasionadas por el hombre: por extracción de agua desmedida, desechos industriales y de los complejos turísticos, pesticidas y deforestación entre otros.



Fuente: libro "Contaminación de las aguas subterráneas"

Desde el punto de vista de salud, la contaminación más importante es la microbiológica y las fuentes de esa contaminación son las que deben

vigilarse con mayor atención. La calidad del agua servicio, investigar los valores máximos de la contaminación que puede tener determinada agua es verificar su salud a fin de decidir si la misma es buena o mala, segura o no segura. Pero es importante dar un paso mas allá y evaluar cuales son las probabilidades de que esa agua, que eventualmente en el momento de la prueba podría tener una calidad aceptable, deja de ser segura en pocos días u horas. Por lo tanto, se debe analizar también el riesgo de la contaminación potencial que se pueda presentar. Ello significa que no solo se debe evaluar la calidad intrínseca del agua., sino también la calidad del servicio, entendiendo por el mismo el agua y los elementos que lo contienen o que sirvan para su conducción, almacenamiento y entrega a los usuarios.

Además de los valores de calidad, un buen servicio debe cumplir con los siguientes requisitos que son los denominados “los requisitos de las siete C”.

- *Calidad:* significa que el agua debe estar libre de elementos que la contaminen a fin de evitar que se convierta en un vehiculo de transmisión de enfermedades.
- *Cobertura:* significa que el agua debe llegar a todas las personas sin restricciones, es decir, que nadie debe quedar excluido de tener acceso al agua de buena calidad.
- *Cantidad:* se refiere a la necesidad de que las personas tengan acceso a la cantidad suficiente de agua para su uso personal, para los usos necesarios en su hogar y otros que demanden sus necesidades.
- *Continuidad:* significa que el servicio de agua debe llegar en forma continua y permanente, pues el suministro por horas puede generar problemas de contaminación en las redes de distribución.
- *Condición:* se refiere a las condiciones en que se encuentran las instalaciones que llevan el agua a la escuela y en donde se mantiene almacenada. Tiene que ver con la situación de seguridad ente la contaminación, el estado de limpieza de las instalaciones, sobretodo de los tanques y depósitos, y el estado físico general, incluido las fugas, roturas, pérdidas, etc.

- **Costo:** significa que además del valor natural, el agua segura tiene un costo que debe ser cubierto por los usuarios para cubrir el valor de los insumos necesarios para purificar, el valor de las instalaciones, su mantenimiento y reparación. El costo debe ser razonable para cubrir los costos de tratamiento y también para que los usuarios lo puedan pagar.

Cultura hídrica o cultura del agua: significa que las personas, al reconocer el valor del agua y su relación con la salud, deben hacer un uso racional de ella, preservando adecuadamente para evitar su contaminación y tomando las medidas sanitarias para asegurar el consumo de las futuras generaciones. Quien tiene cultura hídrica reconoce el costo de producir el agua potable y está dispuesto a pagar ese costo de buen gado.

2.7. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA.

Randulovich, R. (25), Lo define que cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo *per cápita*, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas.

Guillen Zelaya RI. (13), “Tomando como ejemplo los países del Continente Africano, si en Honduras no se define una estrategia de preservación del agua, en los próximos 50 años se quedará sin agua, aunque tenga el suficiente recurso hídrico”, advirtió el coordinador de la Plataforma del Agua del PNUD, Julio Cárcamo, quien sugirió que los distintos sectores del país, involucrados en el tema, tomen acciones inmediatas.

Ongley, E. (20), Define aunque el recurso hídrico sea constante, la calidad de la misma va disminuyendo rápidamente, como consecuencia de la contaminación de las fuentes de agua, lo cual genera el estrés hídrico. En la región Centroamericana, la magnitud del problema de la contaminación es alarmante ya que a estas alturas es imposible solucionar el problema mediante la dilución por efecto del aumento del caudal.

OMS. (21) en (1999), El peligro de que ciertos elementos solubles se

incorporen al agua, y aún más peligroso, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Las implicaciones de consumir agua contaminada son muchas: En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales.

Lo anterior tiene una estrecha relación con la escorrentía superficial, una forma de contaminación difusa o no localizada. La contaminación por fuentes no localizadas contribuye significativamente con niveles altos de agentes patógenos en las fuentes de aguas superficiales, especialmente por coliformes fecales de origen humano y animal. En este sentido, un suministro seguro de agua para uso potable en cantidad, calidad y continuidad, contribuye a la reducción de la probabilidad de enfermedades transmitidas por la vía fecal y oral.

Vallejos V. C. (33), Lo define como un elemento vital y se usa como parte de la dieta para las necesidades hídricas del organismo. Desde el punto de vista bromatológico interesa por su abundante uso en la industria alimentaría y su uso como bebida. El agua como alimento debe reunir requisitos de composición química e higiene. El agua pura no interesa porque no es alimento. Interesan las aguas naturales con más iones, concentrados de sustancias orgánicas y minerales que proceden del contacto del agua con la atmósfera y el suelo.

Molina, J. (19), La importancia del recurso hídrico para la sociedad está considerada como un bien esencial en el crecimiento económico y desarrollo social de las naciones. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2002), un sector importante para la economía de muchos países como lo es la agricultura, utiliza alrededor del 70% del total de agua extraída, mientras que el sector industrial utiliza el 20% y el 10 % restante es para consumo doméstico.

Además de la disponibilidad, otro problema es la mala calidad del agua. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2000), hay más de 1,000 millones de personas que carecen de acceso a agua no contaminada, siendo las zonas rurales donde al menos el 29% de los habitantes carece de agua no contaminada y el 62% de sistemas de saneamiento, mientras que en los países en desarrollo, del 90% al 95% de las aguas residuales y el 70% de los desechos industriales se vierten sin ningún tipo de tratamiento en aguas superficiales, de modo que contaminan las existencias de agua utilizable. A su vez las actividades agrícolas, principalmente de países industrializados, ocasionan gran contaminación de los mantos freáticos y los cuerpos superficiales de agua, a través del escurrimiento de fertilizantes y plaguicidas y la lluvia ácida.

Boletín. (1), Señala que los recursos naturales existen en la tierra desde antes de la aparición del hombre en ella; siendo, el agua uno de los recursos mas importantes para la vida de todos los organismos que la habitan. Sin en el agua los seres humanos, animales y plantas, no podrían vivir. Es parte de las riquezas de un país, ya que, está en todos lados, en las nubes, en los ríos, en la nieve y glaciares, en el mar; y ocupa también un 70% de nuestro cuerpo.

¿El agua es importante por que?

1. Es fuente de vida: sin ella no es posible la vida del ser humano, los animales y las plantas.
2. Es indispensable para las actividades del hombre:
 - Uso domestico
 - Uso ganadero
 - Uso agrícola
 - Uso industrial y energético.

Además, el agua cumple también las siguientes funciones:

- Regula el clima de la tierra conservando temperaturas adecuadas
- Su gran fuerza genera energía
- Y el agua de lluvia limpia la atmosfera que esta sucia por los contaminantes.

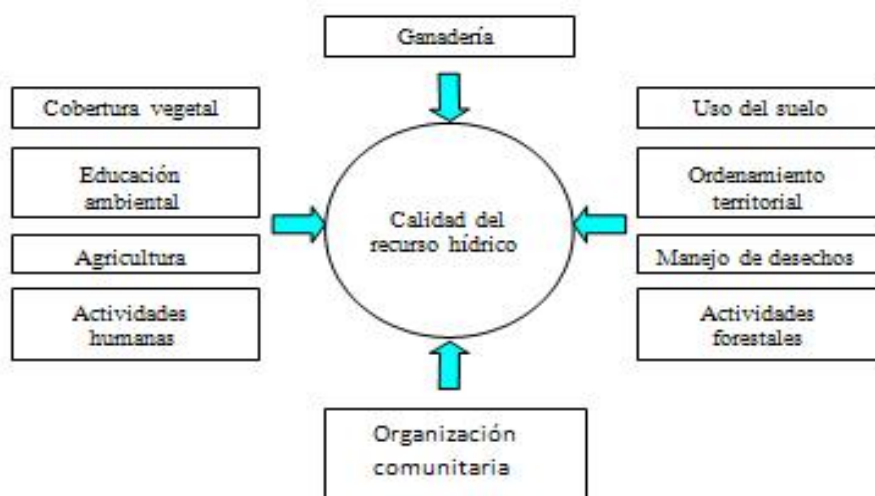
Todo eso hace que el agua sea un elemento insustituible y muy valioso que debemos de resaltar el deber y responsabilidad que todos tenemos que cuidarla y protegerla, crear conciencia de que es un de los recursos naturales más preciados que tenemos y no solo para vivir, sino también para asegurar nuestro desarrollo, pues interviene en las diversas actividades que el hombre desempeña.

2.8. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA.

2.8.1. USO DE LA TIERRA Y SU RELACION CON LA CALIDAD DEL AGUA.

Mitchell, M. Stapp, W; Bixby, K. (18), Señala que la investigación explora los factores, actividades, procesos y condiciones sociales que estén incidiendo en la cantidad y calidad del agua de la microcuenca como se muestra en la Figura.

Figura. 02: Factores que influyen en la calidad del agua en una Microcuenca



Los cambios en el uso de la tierra sobre la calidad del agua han sido ampliamente comprobados. Éstos provocan alteraciones en los regímenes hídricos, cambios dramáticos de la calidad y cantidad del agua, especialmente al uso potable. Las prácticas de manejo en el uso de la tierra tienen una influencia muy fuerte en la calidad y cantidad del agua.

Sanfeliú, M. (30), Lo afirma que el 80% del deterioro de la calidad del agua, se debe a *sedimentos suspendidos*, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas y ganaderas, siendo este tipo de actividades las que mayor impacto causa en la calidad del agua.

El uso de la tierra tiene efectos sobre los procesos hidrológicos y de sedimentación, y está relacionada con la escorrentía, inundaciones, recarga de agua subterránea, erosión y carga de sedimentos. El tamaño de los granos del suelo, su ordenamiento y su contenido de materia orgánica son factores íntimamente ligados a la capacidad de infiltración y de retención de humedad, por lo que el tipo de suelo predominante en la cuenca, así como su uso, influye de manera notable en la magnitud y distribución de los escurrimientos.

Los impactos de las prácticas del uso de la tierra se pueden agrupar en dos categorías: impactos sobre los *valores de uso* y *valores de no uso*. Los valores de uso pueden ser consuntivos, por ejemplo, el riego y el uso doméstico, y no consuntivos, como el transporte. Las masas de agua y las zonas de ribera pueden tener también valores de usos no significativos, por ejemplo como almacén de biodiversidad.

La incertidumbre existente en las relaciones entre las actividades del uso de la tierra en la cuenca alta y los impactos sobre los usuarios de los recursos de la cuenca baja, crea a su vez una incertidumbre en los valores económicos.

2.8.2. LA ACTIVIDAD GANADERA U SU RELACION CON LA CALIDAD DEL AGUA.

Brooks (2), Menciona que la ganadería es una de las prácticas de uso de la tierra más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. Cuando se da un sobre-pastoreo, es un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico y químico. Generalmente este efecto se observa en lugares de alta

precipitación, fuertes pendientes, cercanos a fuentes de agua. Los contaminantes provenientes de estas áreas son arrastradas con facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua. El impacto más significativo se da en el caso de que estas fuentes hídricas estén desprovistas de cobertura vegetal que les de protección, o la ausencia de una zona de amortiguamiento, ya que estas corrientes arrastran microorganismos patógenos, nutrientes y sólidos suspensos.

Los incrementos de bacterias en el agua se evidencian cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua. En un estudio realizado, la cantidad de bacterias en el suelo fue en función del tipo y del número de ganado, y la forma en que los desechos fueron tratados o almacenados. Asimismo, la contaminación de las aguas superficiales por nutrientes provenientes de áreas de pastoreo afecta la calidad del agua.

Vidal M. (34), Señala por otra parte que un efecto sobre la calidad del agua se da por la intensidad del sobre-pastoreo, ya que afecta la densidad del suelo, con el incremento del pisoteo, de tal forma que al ocurrir una lluvia o riego, la capacidad de almacenamiento del suelo es superada fácilmente, e inevitablemente ocurrirá arrastre de nutrientes por efecto de la escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua. Se ha estimado que en áreas de ganadería con 1% de pendiente basta con 8 toneladas de peso seco por hectárea de estiércol para que las aguas superficiales sean enriquecidas por nitrógeno y fósforo. Los factores que controlan y disminuyen los efectos de la contaminación por el estiércol están íntimamente relacionados a la capacidad de absorción de los cultivos al nitrato y la capacidad de absorción del amonio por parte del suelo. Siendo afectada esta última por la compactación del suelo, lo que provoca una baja liberación de amonio en el suelo y seguido por el transporte a las fuentes de agua mediante la escorrentía.

2.8.3. LA AGRICULTURA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA.

UNICEF. (11), Menciona que la agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales. Su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación de éstos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química. La agricultura tiene un fuerte impacto sobre el ambiente, especialmente sobre las condiciones de las aguas superficiales y subterráneas, es considerada como una fuente importante de contaminación en las aguas dulces de América Latina.

Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de desechos sólidos. La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos, sino que debido a las ineficiencias en su distribución y aplicación sus efluentes que retornan a los recursos de aguas superficiales o subterráneas contienen grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agroquímicos que también contribuyen al deterioro de su calidad.

Según Ongley, E. (20), La agricultura es el mayor usuario del agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía con productos proveniente de agroquímicos. Esto justifica la preocupación existente por sus repercusiones en la calidad del agua a escala mundial.

Vidal M. (36), Dan a conocer que la expansión agrícola y la deforestación en países tropicales son causas de degradación del agua. Se ha demostrado que plaguicidas asociados con sedimentos son una fuente muy común en países del trópico. En la actualidad, los organismos dedicados a determinar la calidad de agua realizan muestreos más diversos, incluyendo agua, sedimento y biota, con la

finalidad de determinar con mayor precisión los plaguicidas que se encuentran en el medio acuático.

Wagner (36), Señala que en la mayor parte de los países latinoamericanos, uno de los problemas más fuertes es la contaminación derivada de las fuentes no puntuales, como es el caso de la agricultura, dada por el uso de fertilizantes, plaguicidas, insecticidas y residuos que son arrastrados por las lluvias a las fuentes de agua.

La contaminación de aguas superficiales esta íntimamente relacionada con el proceso de pérdida de suelos, por el arrastre de sedimentos debido a la agricultura. Ésta posee dos dimensiones principales: la dimensión física, consistente en la pérdida de la capa arable del suelo, y la degradación de la tierra como consecuencia de la erosión laminar y cárcavas que provocan los altos niveles de turbidez. El nitrato es típicamente lixiviado desde los campos cultivados y se mueve a poca profundidad, subterráneamente, hacia las fuentes superficiales; esta lixiviación se reduce hasta en un 15% cuando se dan prácticas de manejo de conservación de suelos y agua.

Magrath P. (15), Opina de igual manera al usar estiércol de ganado como abono en la agricultura, una porción significativa de amonio puede ser transportada a los cuerpos de agua por escorrentías de los campos agrícolas. También se han encontrado altos niveles de nitrato en aguas debajo de las tierras de cultivo; el uso excesivo de fertilizantes, así como las corrientes de agua de tormentas conteniendo nitratos de fertilizantes, parece ser la causa.

2.8.4. ACTIVIDAD HUMANA.

Mendoza, M. (16), Señala que el uso inapropiado que el hombre ha hecho de la tierra, eliminado las masas boscosas, ha sido causa principal en relación con el caudal de los ríos. Es decir, se refleja en la más rápida evacuación del agua y en la calidad de la misma. La recepción de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos:

las aguas de lluvias que discurren por el suelo y el subsuelo, que luego de su contacto con ella arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural, y las aguas que luego de ser usada y transformada su calidad físico- química, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales. El receptor de todas las aguas que discurren por el territorio de la cuenca es el océano. De igual forma, los acuíferos que son otras fuente de abastecimiento de agua pueden ser contaminadas por las actividades del ser humano.

Colon, E. (5), Menciona que el deterioro de la calidad causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, induciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por agua de calidad.

2.8.5. COBERTURA VEGETAL.

Fassaert, C. (9), Pone de manifiesto que la falta de cobertura vegetal aumenta la escorrentía superficial, agrava el efecto de la lluvia sobre el suelo, haciendo que se aumente la escorrentía superficial, que se rompan los agregados del suelo y que con mayor facilidad las aguas las transporten. Esto evidencia que el estado del suelo y de la vegetación eleva la tasa de sedimentos arrastrados. (*Contreras 1982*). Manifiesta que la alta cantidad de sedimentos que transportan estas corrientes por la erosión de las zonas agua arriba significa una calidad inferior del recurso agua, limitando su uso en procesos industriales, hidroenergéticos, de irrigación en zonas agua abajo y un mayor costo en su purificación para el consumo humano.

2.8.6. ACTIVIDADES FORESTALES.

Fassaert, C. (9), Menciona de otros factores que afectan la cantidad y calidad del agua son las prácticas de manejo forestal que se realizan en terrenos. Esto se da cuando el manejo forestal cambia la producción del área afectando los niveles de las corrientes externas e internas

provocando sedimentación de los canales de riego, incremento de avenidas, riesgos y daños por inundaciones.

Una atención singular merece la cobertura forestal y principalmente la boscosa, la cual es fundamental para garantizar la calidad de agua y niveles aceptables de escorrentía y conservación de suelos. Cuando el bosque está intacto el agua se mantiene limpia, pero cuando existe la necesidad de talar los árboles con el objetivo de sembrar, la necesidad de leña, la quema en los terrenos, erosión por la necesidad de infraestructura, manejo de la ganadería al aire libre, se tiene un agua con exceso de sedimentos. La cuenca poco a poco se va degradando a tal nivel que hay cauces donde ya no corre el agua.

2.9. CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA EN UNA MICROCUENCA HIDROGRAFICA.

Faustino, J. (10), Lo define que la cuenca hidrográfica es la unidad de análisis y planificación para darle el enfoque integrado al estudio del recurso hídrico superficial y subterráneo. Es el territorio o espacio de terreno limitado por cerros, partes elevadas y montañas, de los cuales se configura una red de drenaje superficial, que en presencia de precipitación de lluvias, forma el escurrimiento de un río para conducir sus aguas a un río más grande o a otro río principal, lago o mar.

Ramakrishna, R. (40), Señala que en una cuenca hidrográfica se da el deterioro de los suelos, bosques y agua, daño a las aguas superficiales, los cuales se reflejan como una respuesta inmediata de la cuenca a las alteraciones en la ocurrencia temporal del flujo y el deterioro de la calidad de las aguas de ríos. Los recursos naturales de una cuenca (agua, suelo, biodiversidad) son renovables si se pueden reemplazarse por la vía natural o mediante la intervención humana. Por el contrario, son no renovables cuando no se les puede reemplazar en un periodo de tiempo significativo en términos de las actividades humanas a que están sometidos.

2.10. PROCESOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA EN UNA MICROCUENCA.

Córdoba N. A. (6), Existen procesos y actividades que se dan en las microcuencas derivadas de sus usos actuales, que causan efectos en la calidad del agua dentro de los más importantes están:

- Existe una sobreutilización de productos agroquímicos en áreas pequeñas, lo que está contribuyendo al deterioro de los suelos y por consiguiente, a la contaminación de las fuentes superficiales y subterráneas.
- No existe un manejo ni conocimiento en la disposición de los desechos sólidos provenientes, tanto de las actividades agrícolas como de las domésticas, que tienen como destino final el cauce del río.
- La compactación de los suelos comprende procesos que afectan principalmente sus características físicas y constituyen una de las causantes de los procesos de erosión hídrica. También modifican la capacidad de infiltración y alteran el escurrimiento superficial. Cuando el escurrimiento es rápido por no existir cobertura vegetal ni trabajo de conservación de suelos no hay infiltración adecuada y como consecuencia el caudal de los nacimientos baja considerablemente en perjuicio de los habitantes que abastece.
- En las cuencas hidrográficas existen relaciones recíprocas entre el agua, vegetación y el suelo, las cuales al ser alteradas o modificadas por la acción del hombre provocan cambios en su sistema hidrológico que pueden ser apreciados a través de su régimen de caudales y su respuesta hidrológica.

El uso de la tierra es uno de los factores que más influyen en la escorrentía de un área; si una cuenca posee una cobertura vegetal adecuada sobre el suelo, la lluvia no impactará directamente en el mismo, entonces no sólo habrá una alta intercepción sino que la escorrentía llegará a los canales de drenaje en forma lenta y sin mayor arrastre de sedimentos.

Las actividades económicas que se realizan generalmente en las

cuencas principalmente son la agricultura y la ganadería, tienen un alto impacto en las partes altas de las cuencas. La consecuencia de estas actividades son principalmente de acumulación de fertilizantes y estiércol que con la lluvia son arrastrados por pequeñas quebradas a los ríos, panorama muy común en el área rural, donde existe la costumbre y en muchos casos la necesidad, por parte de la población, de utilizar los ríos como fuente de agua para consumo humano.

Entre los problemas más graves que se visualizan están el arrastre por arroyos y quebradas de desechos provenientes de productos químicos que los productores dejan en las parcelas, basura y detergentes, asociados principalmente por el lavado de ropa en los ríos; a esto se le suma la contaminación por plaguicidas producto del lavado de bombas, mochilas. Además, existe un fuerte limitante para el desarrollo y manejo de las microcuencas, debido a la falta de información real de la calidad del agua.

2.11. INDICADORES FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA.

2.11.1. INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA.

OPS/CEPIS. (22), Señala que la gran variedad de microorganismos patógenos que pueden encontrarse en una muestra de agua, así como la complejidad de la mayor parte de las técnicas de enriquecimiento y aislamiento e identificación, hacen inviable el control rutinario de todos estos microorganismos. Por esta razón se hizo necesario elegir microorganismos indicadores, que deben cumplir con los siguientes requisitos básicos:

- Ser fáciles de cultivar en el laboratorio.
- Ser relativamente inocuos para el hombre y los animales.
- Su concentración debe tener relación con la cantidad de microorganismos patógenos presentes en el agua.

La evaluación de la calidad microbiológica del agua de abastecimiento humano se efectúa mediante la determinación de indicadores. Los que

comúnmente se utilizan son los coliformes totales, los coliformes termotolerantes (fecales), la *Escherichia coli* y las bacterias heterotróficas mesófilas aerobias viables.

Se han efectuado interesantes estudios con el objeto de conocer la relación que existe entre la presencia de determinados indicadores de contaminación en el agua de bebida y la prevalencia de enfermedades diarreicas.

a. Coliformes Totales.

OPS/CEPIS. (22), Señala que los coliformes totales se caracterizan por su capacidad de fermentar la lactosa a 35-37 °C en 24-48 horas y producir ácido y gas. Tienen la enzima cromogénica B galactosidasa, que actúa sobre el nutriente indicador. Este nutriente sirve como fuente de carbono y su efecto consiste en un cambio de color en el medio de cultivo. La reacción se detecta por medio de la técnica de sustrato definido. Las técnicas de análisis más conocidas son la prueba de tubos múltiples y la de filtración con membrana.

Los coliformes totales se reproducen en el ambiente, proporcionan información sobre el proceso de tratamiento y acerca de la calidad sanitaria del agua que ingresa al sistema y de la que circula en el sistema de distribución. No constituyen un indicador de contaminación fecal.

DIGESA (7), Señala que pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición. También hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua.

Características:

El grupo coniforme está formado por todas las bacterias Gram. Negativas aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido

en 48 horas a 35 °C y desarrollándose en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos.

Riesgos:

Su presencia indicaría ineficiencia en el tratamiento de aguas y de la integridad del sistema de distribución.

- Por ingestión o inhalación puede ocasionar gastroenteritis.
- Por contacto infección a la piel, ojos y oído.

Tabla 01: Estándares permisibles para determinar la Calidad del Agua Cruda (Coliformes Totales).

Ideal	Aceptable	Máximo permisible
Por lo menos 95% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 100 NMP/100ml	Por lo menos 90% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 1000 NMP/100ml	Por lo menos 90% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 5000 NMP/100ml

Fuente: Canadian Drinking water standard and objectives-2000.

b. Coliformes Termotolerantes (Fecales).

OPS/CEPIS. (22), Señala que el término de *coliforme termotolerante*, hace referencia a un grupo de microorganismos que se caracteriza por tener propiedades químicas del grupo de las coniformes. Pero además por su crecimiento a temperaturas elevadas de incubación (44–45'5 °C), en este grupo se incluyen a los géneros *Escherichia* y *Klebsiella*

El termino *Coliforme fecal* es aquel que se caracteriza directa e incuestionablemente relacionado con el hábitat fecal. Uno de los hábitats típicos de este grupo bacteriano es el tracto digestivo de los animales de sangre caliente, aunque también se encuentran en el suelo, plantas, agua, en este grupo se incluye a *Escherichia*, sin embargo, como la detección de coliformes fecales se realiza por su termotolerancia, muchos resultados pueden ser falsos positivos, debido a la presencia de *Klebsiella*, que no tiene porque indicar contaminación fecal. Por este motivo, se requieren métodos sensibles que permitan medir el grado de contaminación fecal.

Se denomina *coliformes termotolerantes* a ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están estrechamente relacionados con la contaminación fecal. Por este motivo, antes recibían la denominación de *coniformes fecales*; estos coliformes generalmente no se multiplican en los ambientes acuáticos.

Se miden por pruebas sencillas, de bajo costo y ampliamente usadas en los programas de vigilancia de la calidad del agua. Las técnicas de análisis más conocidas son la prueba de tubos múltiples y la de filtración con membrana; actualmente el mercado ofrece otras técnicas más avanzadas, pero el empleo de las técnicas tradicionales está aprobado por los estándares internacionales.

DIGESA. (7), Señala que Los termotolerantes diferentes de *Escherichia coli* pueden proceder a aguas orgánicamente enriquecidas como efluentes industriales, de materias vegetales y suelos en descomposición.

Características:

Comprende a los géneros de *Escherichia* y en menor grado *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Este grupo de organismos puede fermentar la lactosa entre 44 – 45 °C.

Riesgos para la Salud:

Es poco probable que los organismos coliformes termotolerantes vuelvan a desarrollarse en un sistema de distribución a menos que estén presentes nutrientes en cantidad suficiente o que materiales inadecuados entren en contacto con el agua tratada.

Por contacto directo pueden infectar heridas, mucosas de ojos y oídos. Por ingestión ocasionan gastroenteritis aguda.

Tabla 02: Estándares permisibles para determinar la Calidad del Agua Cruda (Coliformes Termotolerantes)

Ideal	Aceptable	Máximo permisible
Por lo menos 95% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 10 NMP/100ml	Por lo menos 90% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 100 NMP/100ml	Por lo menos 90% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 1000 NMP/100ml

Fuente: Canadian Drinking water standard and objectives-2000.

c. Bacterias.

OPS/CEPIS. (22), Define que son seres de organización simple, unicelulares. Se distribuyen en una amplia variedad de sustratos orgánicos (suelo, agua, polvo atmosférico). La mayor parte de bacterias son beneficiosas para el ecosistema acuático. De ellas depende la mayor parte de las transformaciones orgánicas. Favorecen la autodepuración de los cuerpos de agua. Existe otro grupo de bacterias que son patógenas y que pueden causar enfermedades graves en el hombre y en los animales.

Tabla 03: Tipos de microorganismos en el agua

Bacterias	Escherichia coli, Salmonella, Shigella, Vibrio cholerae, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni.
Virus	Enterovirus, Rotavirus, Adenovirus.
protozoos	Giardia, Cryptosporidium, Entamoeba histolytica, Balantidium coli.
Helmintos	Ascaris, Trichuris, Taenia.
Cyanobacterias	Anabaena, Microcystis.

Fuente: <http://www.cepis.ops-oms.org>

d. Algas.

OPS/CEPIS. (22), Lo define que son plantas de organización sencilla, fotosintéticas. Presentan clorofila. Existen en formas unicelulares, coloniales y pluricelulares. La clasificación sanitaria de las algas está basada en sus características más saltantes y de fácil observación. Dicha clasificación considera los siguientes grupos:

- algas azul-verdes

- algas verdes
- algas diatomeas y
- algas flageladas.

En las aguas superficiales existe una diversidad de algas: flotantes, epifitas, litorales y bentónicas. Su reproducción guarda estrecha relación con la naturaleza de los distintos hábitats, caracterizados a su vez por diferentes factores ecológicos como la luz, la temperatura, los nutrientes como los nitratos y los fosfatos, el oxígeno, el anhídrido carbónico y las sales minerales.

El incremento anormal de las algas se produce por el exceso de nutrientes y cambios en la temperatura. Este fenómeno se conoce como *eutrofización* o *eutroficación* y tiene como consecuencia múltiples dificultades en el tratamiento y la desinfección del agua por la producción de trihalometanos y otras sustancias químicas que alteran el sabor y el olor del agua tratada.

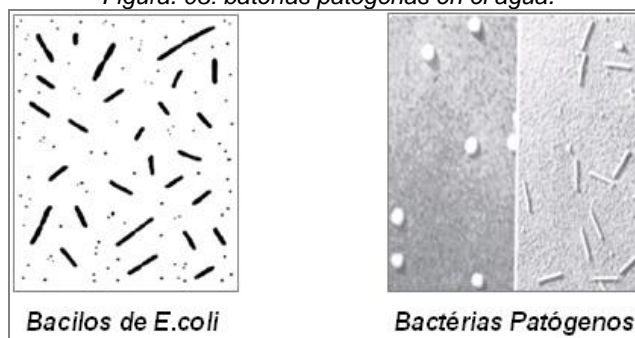
Cuando las algas traspasan ciertos valores por unidad de volumen valores que dependen de la especie de alga predominante, la temperatura del agua, el tipo de tratamiento, etc, causan problemas en las plantas de tratamiento. Estos problemas son los siguientes:

- *Sabor y olor.* Se ha detectado que algunas algas producen olor a pescado, tierra y pasto, entre otros.
- *Color.* La abundancia de las algas clorófitas produce un color verde en el agua; otras, como la *Oscillatoria rubens*, originan un color rojo.
- *Toxicidad.* Algunos tipos de algas azul-verdes, actualmente denominadas *cyanobacterias*, causan disturbios gastrointestinales en los seres humanos.
- *Corrosión.* Algas como la *Oscillatoria* pueden producir corrosión en las piezas o tubos de concreto armado y en los tubos de acero expuestos a la luz. Algunas veces el agua influye en la modificación química del medio.

- *Obstrucción de filtros.* Cuando la decantación no se realiza en forma adecuada, pueden pasar organismos al filtro y colmatarlo. Las diatomeas constituyen el grupo de algas que causa mayores problemas por poseer cubiertas de sílice que no se destruyen después de su muerte.
- *Dificultad en la decantación química.* Existen algunos tipos de Cyanobacterias que al envejecer, forman bolas de aire en su citoplasma. Los flóculos de hidrógeno de aluminio aglutinan estas algas sin decantar y causan problemas.
- *Alteración del pH.* Esta alteración se produce debido al consumo de CO₂ con precipitación de CaCO₃, lo que aumenta el pH. El control de la densidad de algas en las fuentes de agua destinadas al abastecimiento debe efectuarse en forma preventiva. Se debe limitar el ingreso de nitrato y de fosfatos a la fuente. En el caso de que se requiera un proceso correctivo, este puede efectuarse mediante el uso de alguicidas como el sulfato de cobre, el cloro o una combinación de ambos.

En este proceso se deben tomar en cuenta muchos aspectos. Uno de ellos es la cantidad de alguicida que se debe emplear. Se debe utilizar una dosis que no afecte al hombre ni a los peces. La dosis debe calcularse según la especie predominante y su concentración. El sulfato de cobre es uno de los alguicidas más usados. Debe emplearse en dosis inferiores a una parte por millón. En la figura siguiente se puede apreciar bacterias presentes en el agua.

Figura. 03: bacterias patógenas en el agua.



Fuente: <http://www.cepis.ops-oms.org>.

e. Insectos.

OPS/CEPIS. (22), Define que el agua constituye el hábitat de diversos insectos acuáticos que desarrollan su ciclo evolutivo en los diferentes estratos de la columna de agua. Otro grupo de insectos solo desarrolla parte de su ciclo evolutivo en el agua, y en sus estadios larvarios y como huevos conforman el zooplancton en forma temporal.

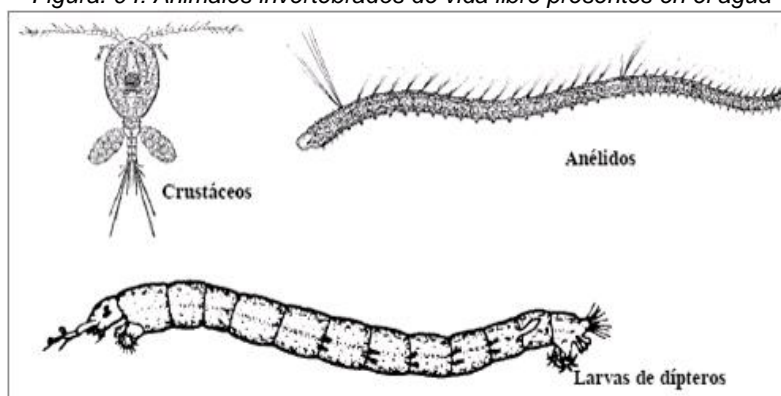
Los grupos de organismos antes mencionados están en permanente actividad dentro del cuerpo de agua, pero ninguno vive aislado. Su existencia depende del medio, definido tal como vimos anteriormente.

Como puede observarse, los factores que intervienen en los ecosistemas de aguas superficiales son múltiples. Se considera que la calidad del agua superficial es muy variable y necesita caracterizarse durante un periodo determinado para definir los aspectos que deben considerarse en el tratamiento y los parámetros que servirán para el control del mismo.

En conclusión, la presencia de los organismos de vida libre en condiciones normales es beneficiosa para las aguas superficiales. Se convierte en un problema cuando su concentración y composición alteran la calidad del agua y se presentan dificultades para el uso y tratamiento del recurso hídrico.

En el apartado siguiente se puede apreciar figuras de alguno de los insectos que pueden estar presentes en las aguas.

Figura. 04: Animales invertebrados de vida libre presentes en el agua



Fuente: <http://www.cepis.ops-oms.org>

2.11.2.INDICADORES ORGANOLEPTICOS.

OPS/CEPIS. (22), Lo define a las características Organolépticas del agua, pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Se consideran importantes las siguientes:

a. Color.

OPS/CEPIS. (22), Indican que esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etcétera. Se considera que el color natural del agua, excluyendo el que resulta de descargas industriales, puede originarse por las siguientes causas:

- la extracción acuosa de sustancias de origen vegetal
- la descomposición de la materia
- la materia orgánica del suelo
- la presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados.

Se denomina color aparente a aquel que presenta el agua cruda o natural y color verdadero al que queda luego de que el agua ha sido filtrada.

Existen muchos métodos de remoción del color. Los principales son la coagulación por compuestos químicos como el alumbre y el sulfato férrico a pH bajos y las unidades de contacto o filtración ascendente.

Debido a que el color del agua se origina, en muchos casos, por la presencia de compuestos de naturaleza orgánica, se recomienda que la

desinfección se realice luego de que este haya sido removido, para evitar que la aplicación de cloro como desinfectante pueda dar origen a la formación de trihalometanos, compuestos que tienen efecto cancerígeno en animales. El valor guía de la OMS y del Canadá es 15 unidades de color (UC) para aguas de bebida.

Chávez M. (4), El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El agua pura sólo es azulada en grandes espesores. No se puede atribuir a ningún constituyente en exclusiva, aunque ciertos colores en aguas naturales son indicativos de la presencia de ciertos contaminantes.

El *color verdadero*, eliminada la turbidez, es el debido exclusivamente, a sustancias disueltas. Además se tiene el llamado *color aparente*, que es el color resultante tanto por las sustancias disueltas como por las materias en suspensión. Los colores real y aparente son aproximadamente idénticos en el agua clara y en las aguas de turbidez muy débil.

Las sustancias presentes en las aguas naturales productoras de color son de muy variada naturaleza, proporcionando cada una y en conjunto las diversas tonalidades observables.

La coloración de un agua natural, no polucionada, está causada principalmente por la presencia de sustancias húmicas que le proporcionan el color amarillo, compuestos de hierro que le dan colores rojizos, así como tonalidades negras debidas a la presencia de manganeso. También el contenido de fitoplancton puede afectar a este parámetro del agua.

DIGESA (7), Señala que las aguas superficiales pueden parecer altamente coloreadas debido a la presencia de materia pigmentada en suspensión, cuando en realidad el agua no tiene color. El material colorante resulta del contacto con detritus orgánico como hojas, agujas de coníferas y madera, en diversos estados de descomposición, está formado por una considerable variedad de extractos vegetales.

Características:

El color causado por la materia en suspensión es llamado color aparente y es diferente al color debido a extractos vegetales u orgánicos, que son coloidales, al que se llama color real. En el análisis del agua es importante diferenciar entre el color aparente y el real.

Riesgos para la Salud:

- No permite el paso de la luz para el desarrollo de la biodiversidad.
- Su presencia indicaría ineficiencia en el tratamiento de aguas y de la integridad del sistema de distribución.

b. Olor y Sabor.

OPS/CEPIS. (22), Indica que el sabor y el olor están estrechamente relacionados; por eso es común decir que “A lo que huele, sabe el agua”. Estas características constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor.

En términos prácticos, la falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes, tales como los compuestos fenólicos. Por otra parte, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno puede indicar una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua.

En la Tabla N° 04 presenta un resumen de algunos olores característicos del agua, de acuerdo con su origen.

Tabla 04: Olores Características del agua y su origen

Naturaleza	Origen
Olor balsámico	Flores
Dulzor	<i>Coelosphaerium</i>
Olor químico	Aguas residuales industriales
Olor a cloro	Cloro libre
Olor a hidrocarburo	Refinería de petróleo
Olor medicamentoso	Fenol, yodoformo
Olor a azufre	Acido sulfhídrico, H ₂ S
Olor a pescado	Pescado, mariscos
Olor séptico	Alcantarilla
Olor a tierra	Arcillas húmedas
Olor a fecaloide	Retrete, alcantarilla
Olor a moho	Cueva húmeda
Olor a legumbres	Hierbas, hojas en descomposición

Fuente: <http://www.cepis.ops-oms.org>

Las sustancias generadoras de olor y sabor en aguas crudas pueden ser compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas o provenir de descargas de desechos industriales.

En el agua se pueden considerar cuatro sabores básicos: ácido, salado, dulce y amargo.

En la tabla N° 05 muestra los límites de percepción de algunas sales y compuestos presentes en el agua.

Tabla 05: Límites de percepción de algunas sales y compuestos en el agua (mg/L)

Sustancias	Netamente reconocible	Debidamente perceptible	No apreciable
CaCl₂ ; NaCl	600	300	150
MgCl₂	100	60	---
FeSO₄	---	3.5	1.75
CuSO₄	7	3.5	1.75
H₂S	1.15	0.55	0.3
H₂SO₄	4	2	1
Cl₂	0.1	0.05	0.05
Ca(OCl)₂	0.5	0.2	0.2

Fuente: <http://www.cepis.ops-oms.org>

En algunos casos, la eliminación de los olores puede realizarse mediante la aereación o la adición de carbón activado.

La cloración en presencia de compuestos fenólicos puede imprimir un mal sabor en el agua, por la formación de derivados clorados que producen un sabor a derivados fenólicos.

La EPA y la OMS recomiendan como criterio que por razones organolépticas, las fuentes de abastecimiento deben estar razonablemente exentas de olor y sabor; es decir, en términos generales, que se encuentren en un nivel aceptable.

DIGESA (7), Señala que el agua en su forma pura, no produce sensaciones olfativas. El olor en el agua puede utilizarse de manera subjetiva para describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o contenido. Aun cuando esta propiedad pueda tener un amplio espectro de posibilidades, para propósitos de calidad de aguas existen ciertos aromas característicos que tipifican algunas fuentes u orígenes, más o menos bien definidos.

Además de estos aromas típicos, existen otras fragancias que tipifican un origen en particular, pero que son menos frecuentes en los estudios de calidad de aguas. Así por ejemplo, las aguas residuales de industrias vinícolas, de industrias cerveceras, de industrias lecheras y de empresas relacionadas con la explotación o procesamiento del petróleo, tienen olores distintivos que son fácil y rápidamente perceptibles y que deben registrarse en las libretas de campo.

Características:

El olor se reconoce como factor de calidad que afecta a la aceptabilidad del agua potable (y de los alimentos preparados con ella) que pueda corromperse con la presencia, de peces y otros organismos acuáticos y anular la estética de las aguas de instalaciones de recreo.

Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones.

Riesgos para la Salud:

- Malestar, dolor de cabeza, mareos
- Alergias dependiendo del causante del olor.

2.11.3. INDICADORES FÍSICO Y QUÍMICOS DEL AGUA.

OPS/CEPIS. (22), Lo define que los parámetros físico-Químicos o las características físico-Químicas del agua se considera que el agua, como solvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica. Sin embargo, pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo o los que tienen efectos en la salud del consumidor. Se consideran importantes las siguientes:

a. Potencial del Hidrogeno (pH).

DIGESA (7), Señala que el pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica o alcalina.

Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H+) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH-), la sustancia es ácida.

Características:

- La concentración de ión hidrogeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales.
- Todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como o la neutralización ácido – base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y control de la corrosión, depende del pH.
- El agua residual con concentración de ión hidrógeno presenta elevadas dificultades de tratamiento con procesos biológicos y el efluente puede modificar la concentración de ión hidrogeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas.
- A una temperatura determinadas, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ión hidrogeno.
- El pH de los sistemas acuosos puede medirse convenientemente con pH-metro.

Riesgos para la Salud:

- El pH no ejerce efectos directos en los consumidores, es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua. Para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8
- En valores superiores de pH 11 produce irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos.

Romero R. J. A. (28), Indica que es la medida de la concentración de ion hidrogeno en el agua, expresado como el logaritmo negativo de la concentración molar de ion hidrogeno. Aguas residuales en concentración adversas del ion hidrogeno son difíciles de tratar biológicamente, alteran la biota de las fuentes receptoras y eventualmente son fatales para los microorganismos. Aguas con pH menor de seis, en tratamiento biológico, favorecen el crecimiento de los hongos sobre las bacterias. A pH bajo el poder bacteriano del cloro es mayor, por que predomina el col; a pH alto la forma predominante del nitrógeno amoniacal es la forma gaseosa no iónica (NH_3), la cual es toxica, pero también removible mediante arrastre con aire, especialmente a pH de 10.5 a 11.5. El valor de pH adecuado para diferentes procesos de tratamiento y para la existencia de la mayoría de la vida biológica puede ser muy restrictivo y critico, pero generalmente es de 6.5 a 8.5.

Para descargas de efluentes de tratamiento secundario se estipula un pH de 6.0 a 9.0 para procesos biológicos de nitrificación se recomienda valores de pH de 7.2 a 9.0 y para desnitrificación de 6.5 a 7.5. En algunas de estabilización las algas usan dióxido de carbono para su actividad fotosintética y esto puede dar como resultado aguas de pH alto, especialmente en aguas de baja alcalinidad. En muchos casos las algas usan el ion bicarbonato como fuente de carbono celular y pueden, también, presentarse variaciones diurnas fuertes de pH. En aguas residuales duras, cuando el pH aumenta, puede predominar la alcalinidad por carbonatos e hidróxidos y producirse la precipitación del carbonato de calcio lo cual impide que el pH siga aumentando.

Entre las reacciones que ocurren en sistemas biológicos y producen disminución de pH se tiene.

- Destrucción de alcalinidad cáustica por producción bioquímica de CO_2 .
- Oxidación bioquímica de sulfuros.
- Nitrificación.
- Producción de ácidos orgánicos.

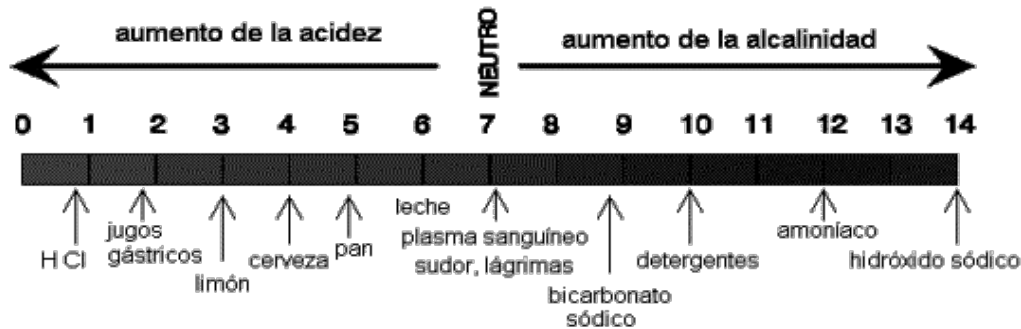
A la vez, la oxidación bioquímica de ácido orgánico y la destrucción de sales de ácidos orgánicos producen incremento de pH.

UNALM y PASSIM EDUCATIVA (32), Explica que, en cualquier forma que se presenta el agua, además de moléculas de (H_2O), siempre habrá iones libres de hidrógeno. El peso de esos iones en su conjunto que determinan el valor pH. Esos iones libres pueden ser negativos de radical hidroxilo (HO^-) (aniones) o (H^+) son los que determinan la acidez. El grado de acidez se determina por el peso de los mismos en gramos por litro de agua. (g/l).

Cada ión de hidrógeno se acopla a una molécula de agua. De ese modo una molécula con un ión agregado deja de ser H_2O y pasa a ser H_3O^+ . Es así que se forma un ión hidronio.

Un agua neutra contiene igual peso de iones hidroxilo (HO^-) que de hidrógeno (H^+). Mediante cuidadosas mediciones se pudo establecer que en un litro de agua neutra existen 1/107 gramos de cada tipo de ión. Esto significa que existe una molécula de agua disociada en sus iones componentes (H^+ y HO^-) cada diez millones de moléculas de agua. En la relación logarítmica entre 1/102 y 1/103 (pH 2 y pH 3 respectivamente) pH 2 representa una concentración de un centésimo (1/102) y pH 3 representa una concentración de un milésimo 1/103 (o sea 10 veces menor). Esta escala llevada a un pH muy extremo convertirá el agua en un medio corrosivo (con extrema acidez) o cáustico (con extrema alcalinidad).

Figura 05: potencial hidrogeno



Fuente: <http://www.cepis.ops-oms.org>

La importancia que esto tiene en cualquier actividad donde los valores de pH deben mantener dentro de ciertos parámetros, se pone en evidencia. Un punto de pH significa una concentración diez veces mayor o menor que la anterior o posterior, que en algunos casos puede significar una concentración de una millonésimos = 1/106 (pH 6), un diez millonésimo 1/107 (pH 7) o un cien millonésimos 1/108 (pH 8). Son simplemente dos puntos de pH pero la concentración es sustancialmente diferente.

En 1909, el químico Danés Sorensen definió el potencial hidrogeno (pH) como el logarítmico negativo de la concentración molar (mas exactamente de la actividad molar) de los iones hidrogeno. Esto es:

$$pH = -\text{Log} [H^+]$$

Desde entonces, el termino pH ha sido universalmente utilizado por la facilidad de su uso, evitando así el manejo de cifras largas y complejas. Por ejemplo, una concentración de $[H^+] = 1 \times 10^{-8M}$ (.0.00000001) es significante un pH de 8 ya que:

$$pH = -\text{log} [10^{-8}] = 8$$

Finalmente indicaremos que durante las ultimas dos décadas, la medición de pH ha crecido espectacularmente. Este parámetro ha salido del laboratorio y ahora se esta controlando en áreas como el medio ambiente, alimentación, agricultura, horticultura, aguas residuales, industrias farmacéuticas, cosmética, piscicultura, acabados superficiales,

textiles, cueros, curtimbres, educación y dondequiera que la calidad sea importante.

b. Temperatura.

OPS/CEPIS. (22), Afirma que Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente.

DIGESA (7), Señala que la temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles.

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

Características:

- El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría.
- El aumento en las velocidades de las reacciones químicas que produce un aumento de la temperatura, combinado con la reducción de oxígeno presente en las aguas superficiales.
- Es causa frecuente del oxígeno presente en las aguas superficiales, reduciéndose más en los meses de verano
- Un cambio brusco de temperatura puede conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática.
- Las temperaturas elevadas pueden dar lugar a un aumento en la mortalidad de la vida acuática.

- La temperatura óptima para el desarrollo de las actividades se detienen cuando se alcanza los 50°C a temperaturas de alrededor de 15°C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad.

Riegos para la Salud:

- Las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos.
- En periodos extendido de continua inmersión en agua mas fría ó <15°C puede causar la muerte de algunos bañistas y será riesgo para todo los bañistas que no usen ropa protectora de inmersión. La sobrevivencia de un individuo sumergido en agua por encima de 34 ó 35°C va depender de la tolerancia a una elevada temperatura corporal interna, a un riesgo de daño con la exposición prolongada.

Ministerio de Energía y Minas (17), Afirma que el agua extraída de los pozos productivos del Perú tiene temperaturas elevadas en algunos casos (por ejemplo la selva amazónica) y, por lo general, retornan al medio ambiente antes de enfriarse hasta temperatura ambiente. Las descargas de agua a altas temperaturas pueden causar daños a la flora y fauna de las aguas receptoras al interferir con la reproducción de las especies, incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos, acelerar las reacciones químicas, reducir los niveles de oxígeno y acelerar la eutrofización.

Chávez M. (4), Menciona que la temperatura es una de las constantes físicas que tienen más importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se realizan en el seno del agua, y determina la evolución o tendencia de sus propiedades, ya sean físicas, químicas o biológicas.

La temperatura desempeña un papel muy importante en la solubilidad de las sales y principalmente de los gases, por lo tanto, también en la conductividad y en la determinación del pH, sobre todo. Un incremento de más de 3 °C en una zona respecto de las adyacentes, sería síntoma de que se está produciendo una contaminación térmica, es decir, se está

produciendo un vertido de aguas más calientes que las del medio receptor.

c. Conductividad Eléctrica.

DIGESA (7), Señala que depende de la actividad de los tipos de iones disueltos y de la temperatura a la que se realiza la medida. La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición.

El agua pura tiene muy poca conductividad, por lo que la medida de la conductividad de un agua nos da una idea de los sólidos disueltos en la misma.

De la conductividad eléctrica, que indica la presencia de sales en el agua, lo que hace aumentar su capacidad de transmitir una corriente eléctrica, propiedad que se utiliza en mediciones de campo o de laboratorio, expresadas en micro Siemens/l ($\mu\text{S/l}$). A partir de la conductividad se puede obtener los sólidos disueltos multiplicando por un factor entre 0.55 y 0.75.

Los sólidos disueltos totales, expresados en mg/L, pueden ser obtenidos por multiplicación de la conductividad por un factor comprendido entre 0,55 y 0,75. Este factor puede ser determinado para cada cuerpo de agua, pero permanece aproximadamente constante, según las proporciones iónicas en el cuerpo de agua y si éstas permanecen estables.

Características:

- Las soluciones de la mayoría de ácidos, bases y sales presentan coeficientes de conductividad relativamente adecuados.

- Las moléculas de los compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas tienen una conductividad muy escasa o nula.
- La conductividad eléctrica de un agua se utiliza como una medida indirecta de su concentración de sólidos disueltos totales o de minerales en el agua.
- La salinidad del agua se determina midiendo su conductividad eléctrica.
- La presencia de sales afecta el crecimiento de las plantas por tres mecanismos.
 1. Efectos osmóticos, provocados por la concentración total de sales en el agua del suelo.
 2. Toxicidad de iones específicos, provocada por la concentración de un ión determinado.
 3. Dispersión de las partículas de suelo, provocada por la presencia importante de sodio y por una baja salinidad.
- Es habitual encontrar valores de 700 mS/cm. a 1200 mS/cm de manera natural en cuerpos de agua superficiales.
- La conductividad eléctrica se expresa en mS/cm

Ministerio de Energía y Minas (17), Afirma que la conductividad eléctrica de una muestra de agua es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua. En el caso de salmueras de campos petroleros y efluentes de refinería, es simplemente un indicador de la salinidad del agua.

d. Salinidad.

Walter J. (37), Señala que la salinidad es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua. Dicho de otra manera, es válida la expresión salinidad para referirse al contenido salino en suelos o en agua. El sabor salado del agua se debe a que contiene cloruro de sodio. El porcentaje

medio que existe en los océanos es de 35 g/l de agua. Además esta salinidad varía según la intensidad de la evaporación o el aporte de agua dulce de los ríos aumente en relación a la cantidad de agua. La acción y efecto de variar la salinidad se denomina *saladura*.

Ministerio de Energía y Minas. (17), Afirma que las aguas naturales pueden convertirse en salinas por residuos industriales, aguas de drenaje de carreteras, irrigación, penetración de agua de mar o vertidos mineros o petrolíferos, así mismo las variaciones en los niveles de salinidad pueden ocurrir debido al cambio climático natural. Que origina la pérdida de calidad para el agua potable, efectos sobre los organismos acuáticos y alteraciones en el crecimiento de plantas y producción de las cosechas. Es importante monitorear todos los cambios en la salinidad usando Cl (cloruros) o la (conductividad eléctrica) y, si fuera posible, caracterizar la fuente de salinidad, usando uno o más de los indicadores secundarios.

e. Dureza total.

OPS/CEPIS. (22), Indican que Corresponde a la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio, de los cuales los más comunes son los de calcio y los de magnesio. Aún no se ha definido si la dureza tiene efectos adversos sobre la salud. Pero se la asocia con el consumo de más jabón y detergente durante el lavado.

La dureza está relacionada con el pH y la alcalinidad; depende de ambos. Un agua dura puede formar depósitos en las tuberías y hasta obstruirlas completamente. Esta característica física es nociva, particularmente en aguas de alimentación de calderas, en las cuales la alta temperatura favorece la formación de sedimentos.

La remoción de la dureza en el tratamiento se lleva a cabo mediante la precipitación con cal o mediante el proceso combinado cal-carbonato, conocido como *ablandamiento cal-soda*.

En términos generales, puede considerarse que un agua es blanda cuando tiene dureza menor de 100 mg/L; medianamente dura, cuando tiene de 100 a 200 mg/L; y dura, cuando tiene de 200 a 300 mg/L (en todos los casos, como CaCO_3). Las normas de calidad no establecen un límite específico para la dureza en el agua para consumo humano.

DIGESA (7), Señala que la dureza total del agua en general se originan en áreas donde la capa superficial del suelo es gruesa y contiene formaciones de piedra caliza.

Son aguas satisfactorias para el consumo humano (por simple desinfección) pero para fines de limpieza, a mayor dureza, mayor es la utilización de jabón (mayor costo)

El agua dura se crea cuando el magnesio y el calcio los dos minerales disuelven en el agua. También se debe a la presencia de hierro El grado de dureza de un agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto. Magnesio y calcio son iones positivamente cargados. Debido a su presencia, otros iones cargados positivamente se disolverán menos fácil en el agua dura que en el agua que no contiene calcio y magnesio.

Características:

- La dureza de las aguas varía considerablemente en los diferentes sitios. En general, las aguas superficiales son más blandas que las aguas profundas. La dureza de las aguas refleja la naturaleza de las formaciones geológicas con las que el agua ha estado en contacto.
- El umbral del gusto es de: 100-300 mg/L y en concentraciones de 200 mg/L puede causar incrustaciones.

Riesgos para la salud:

- El agua dura no tiene ningún riesgo a la salud pero puede crear problemas a los consumidores a partir de concentraciones superiores a 200 mg/L pueden afectar la tubería, los calentadores de agua y los lavaplatos.

- La aceptación de la dureza del agua por el público puede ser muy variable y esta en función de las condiciones locales. El umbral de sabor del ion calcio es 100 a 300 mg/L y el umbral de sabor del magnesio es menor al del calcio. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza de más de 500 mg/L.

f. Alcalinidad.

OPS/CEPIS. (22), Indican que es la capacidad del agua de neutralizar ácidos. Sin embargo, aniones de ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, hidróxido, sulfuro, bisulfuro, silicato y fosfato) pueden contribuir a la alcalinidad. La alcalinidad está influenciada por el pH, la composición general del agua, la temperatura y la fuerza iónica.

Por lo general, está presente en las aguas naturales como un equilibrio de carbonatos y bicarbonatos con el ácido carbónico, con tendencia a que prevalezcan los iones de bicarbonato. De ahí que un agua pueda tener baja alcalinidad y un pH relativamente alto o viceversa.

La alcalinidad es importante en el tratamiento del agua porque reacciona con coagulantes hidrolizables (como sales de hierro y aluminio) durante el proceso de coagulación. Además, este parámetro tiene incidencia sobre el carácter corrosivo o incrustante que pueda tener el agua y, cuando alcanza niveles altos, puede tener efectos sobre el sabor.

Durante el tratamiento, las aguas crudas de muy baja alcalinidad pueden requerir la adición de un alcalinizante primario (como el hidróxido de calcio).

La EPA no hace recomendaciones respecto a la alcalinidad en fuentes de agua, ya que esta se liga a factores como el pH y la dureza, pero concluye que una fuente no debe mostrar cambios bruscos o repentinos en el contenido de la alcalinidad, pues esto podría indicar un cambio en la calidad del agua.

DIGESA (7), Señala que La alcalinidad de muchas aguas superficiales depende primordialmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e

hidróxidos. Los valores determinados pueden incluir también la contribución de boratos, fosfatos, silicatos y otras bases. La determinación de la alcalinidad se utiliza en el control de los procesos de tratamiento de aguas.

Características:

- La alcalinidad del agua es la medida de su capacidad de neutralizar ácidos. También se utiliza el término capacidad de neutralización de ácidos (CNA).
- La alcalinidad de las aguas naturales se debe primariamente a las sales de ácidos débiles, aunque las bases débiles o fuertes también pueden contribuir.
- La alcalinidad del agua natural puede ser causada por, de acuerdo con sus valores de pH, como sigue: (Hidróxido, Carbonato, Bicarbonato).
- La alcalinidad debido a otros materiales es mínima y en realidad no es significativa.
- La alcalinidad del agua se debe principalmente a sales de ácidos débiles y a bases fuertes, y esas sustancias actúan como amortiguadores para resistir la caída del pH.
- Generalmente se expresa en mg/l de CaCO_3 .

Riesgos para la salud:

- Es un indicador de la calidad general del agua. Si bien no existen riesgos de salud por alcalinidad, se supervisa para controlar el proceso de tratamiento.

g. Cloruros.

OPS/CEPIS. (22), Señala que las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas.

En las aguas superficiales por lo general no son los cloruros sino los sulfatos y los carbonatos los principales responsables de la salinidad.

A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción disolvente sobre ciertas sales presentes en el agua y también sobre algunos componentes del cemento, al impartirles una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo.

Por sus características químicas y la gran solubilidad de la mayoría de los cloruros, su remoción requiere métodos sofisticados y costosos, muchos de ellos impracticables, especialmente cuando se trata de volúmenes relativamente altos.

El método tradicional, que puede resultar más eficiente y práctico, es el de la destilación. Actualmente se está trabajando en este campo para lograr unidades que aprovechen la energía solar y eliminen los cloruros de manera eficiente y a bajo costo. Este sistema puede resultar especialmente útil en comunidades costeras cuya única fuente sea el agua del mar.

Los límites fijados en el agua por las normas de calidad se sustentan más en el gusto que le imparten al agua que en motivos de salubridad.

Tomando en cuenta el límite de percepción del sabor de los cloruros en el agua, se ha establecido un límite de 250 mg/L en aguas de consumo, concentración que puede ser razonablemente excedida según las condiciones locales y la costumbre de los consumidores. La OMS considera que por encima de esta concentración, los cloruros pueden influir en la corrosividad del agua.

DIGESA (7), Señala que la concentración de cloruros es una medida específica de la salinidad de las descargas de la industria petrolera. Los cloruros son los principales componentes de las salmueras de petróleo.

El incremento de cloruro en el agua ocasiona el aumento de la corrosividad del agua. El alto contenido de cloruros impide que el agua sea utilizada para el consumo humano o el ganado. Altos porcentajes de

cloruros en los cuerpos de agua también pueden matar a la vegetación circundante

El cloruro, en forma de ión (Cl^-) es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. Así mismo el ion cloruro es una de las especies de cloro de importancia en aguas. Las principales formas de cloro en aguas y su correspondiente número de oxidación son:

Tabla 06: Principales formas de cloro en agua natural

Compuestos	Nombre	Numero de oxidación
HCl	Ácido clorhídrico	-1
Cl^-	Ion cloruro	-1
Cl_2	Cloro molecular	0
HOCl	Acido hipocloroso	1
OCl^-	Ion hipoclorito	1
HClO_2	Ácido cloroso	3
ClO_2^-	Ion clorito	3
ClO_2	Dióxido de cloro	4
HClO_3	Ácido clórico	5
ClO_3^-	Ion clorato	5

Fuente: <http://www.cepis.ops-oms.org>

La infiltración de aguas subterránea en las alcantarillas contiguas a aguas saladas constituye también una potencial fuente de cloruros y sulfatos.

Características:

- Los cloruros que se encuentran en el agua natural proceden de la disolución de suelos y rocas que los contengan y que están en contacto con el agua. En el caso de las aguas costeras, su presencia también es debida a la intrusión de aguas saladas. Otra fuente de cloruros es la descarga de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales a aguas superficiales.
- Las heces humanas, por ejemplo suponen unos 6 gr. de cloruros por persona día. En lugares donde la dureza del agua sea elevada, los compuestos que reducen la dureza del agua son también una importante fuente de aportación de cloruros.
- Un contenido elevado de cloruro puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal.
- El umbral del gusto de los cloruros es de 200 mg/L a 300 mg/L

Riesgos:

- Los cloruros no tienen un efecto nocivo en la salud, pero en concentraciones superiores a 250 mg/L este valor está basado en el sabor del agua el cual es percibido organolépticamente, y no en algún daño fisiológico conocido.

Chávez M. (4), Los contenidos de cloruros de las aguas son extremadamente variables, y se deben principalmente a la naturaleza de los terrenos drenados. El gran inconveniente de los cloruros es el sabor desagradable que le proporcionan al agua. También pueden corroer las canalizaciones y depósitos. Además, para el uso agrícola, los contenidos en cloruros del agua pueden limitar ciertos cultivos.

Los cloruros, muy fácilmente solubles, no participan en los procesos biológicos, no desempeñan ningún papel en los fenómenos de descomposición y no sufren, pues, modificaciones. Cuando se comprueba que hay un incremento del porcentaje de cloruros, hay que pensar que hay contaminación de origen humano.

h. Sulfatos.

OPS/CEPIS. (22), Indican que los sulfatos son un componente natural de las aguas superficiales y por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad. Pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua y, en función del contenido de calcio, podrían impartirle un carácter ácido.

Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua y constituyen la dureza permanente. El sulfato de magnesio confiere al agua un sabor amargo. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio.

Este efecto es más significativo en niños y consumidores no habituados al agua de estas condiciones. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas en el agua ácida, le confiere propiedades

corrosivas. La remoción de sulfato puede resultar costosa y requerir métodos complicados, por lo cual es preferible elegir fuentes naturales con niveles de sulfato por debajo de los límites aconsejados.

Por sus efectos laxantes, su influencia sobre el sabor y porque no hay métodos definidos para su remoción, la OMS recomienda que en aguas destinadas al consumo humano, el límite permisible no exceda 250 mg/L, pero indica, además, que este valor guía está destinado a evitar la probable corrosividad del agua. Las Guías de Calidad para Agua de Bebida del Canadá recomiendan un máximo de 500 mg/L.

DIGESA (7), Señala que los sulfatos están presentes en forma natural en numerosos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en las industrias químicas. Se descargan a través de los desechos industriales y de los depósitos atmosféricos; no obstante las mayores concentraciones se dan, por lo común, en las aguas subterráneas estas se forman al moverse el agua a través de formaciones rocosas y suelos que contienen minerales sulfatados, una parte del sulfato se disuelve en las aguas subterráneas. El sulfato (SO_4^{-2}) se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios miles de mg/l. Los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de SO_4^{-2} debido a la oxidación de la pirita.

Usos:

Los sulfatos se aplican en: detergentes, es uno de las siete principales clases de constituyentes en detergentes polvo, vidrio, en teñidos se utilizan para diluir tinturas. El sulfato de aluminio, se emplea para eliminar impurezas solubles del agua, antes de utilizarse en el consumo humano, en la fabricación de papel.

Características:

- Los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, la presencia de esquistos, y la existencia de

residuos industriales. El sulfato es uno de los principales constituyentes disueltos de la lluvia.

- El umbral del sabor para el sulfato de sodio y sulfato de calcio en agua es: 250 mg/L y 100 mg/L respectivamente

Riesgos:

El sulfato es uno de los aniones menos tóxicos; sin embargo, en grandes concentraciones, se han observado catarsis, deshidratación e irritación gastrointestinal.

- Las personas que no están acostumbradas a beber agua con niveles elevados de sulfato pueden experimentar diarrea y deshidratación. Los niños son a menudo más sensibles al sulfato que los adultos. Como precaución, aguas con un nivel de sulfatos superior a 400 mg/l no deben ser usadas en la preparación de alimentos para niños. Niños mayores y adultos se acostumbran a los niveles altos de sulfato después de unos días.
- Si el sulfato en el agua supera los 250 mg/l, un sabor amargo o medicinal puede hacer que sea desagradable beber esa agua.
- Debido a los efectos gastrointestinales por la ingestión del agua se recomienda, concentraciones no mayores a 500 mg/l.
- Una alta concentración de sulfato en agua potable tiene un efecto laxativo cuando se combina con calcio y magnesio, los dos componentes más comunes de la dureza del agua. Las bacterias, que atacan y reducen los sulfatos, hacen que se forme sulfuro de hidrógeno gas (H₂S).

Chávez M. (4), Menciona que el ión sulfato ($\text{SO}_4^{=}$) es uno de los iones que contribuyen a la salinidad de las aguas, encontrándose en la mayoría de las aguas naturales. Las aguas dulces contienen de 2 a 150 mg/l, y el agua de mar cerca de 3000 mg/l. El origen de los sulfatos se debe fundamentalmente a la disolución de los yesos, dependiendo su concentración de los terrenos drenados. Los sulfatos son, después de los bicarbonatos y de los silicatos, los elementos principales de las

aguas continentales, siendo muy importante el conocimiento del contenido de este ión para la utilización de las mismas.

i. Nitratos.

OPS/CEPIS. (22), Indican que el nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de los animales y las plantas acuáticas. Por lo general, en el agua se lo encuentra formando amoníaco, nitratos y nitritos.

Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto, se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos.

Este proceso de nitrificación depende de la temperatura, del contenido de oxígeno disuelto y del pH del agua.

En general, los nitratos (sales del ácido nítrico, HNO_3) son muy solubles en agua debido a la polaridad del ion. En los sistemas acuáticos y terrestres, los materiales nitrogenados tienden a transformarse en nitratos.

Los nitritos (sales de ácido nitroso, HNO_2) son solubles en agua. Se transforman naturalmente a partir de los nitratos, ya sea por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno en los sistemas acuáticos y terrestres o por reducción bacteriana.

El ion nitrito es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se lo encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente para dar nitratos y que, generalmente, estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Esta reacción de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y también por factores abióticos.

El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, incluyendo el amoníaco, y la contaminación causada por la acumulación de excretas humanas y

animales pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos en agua. Generalmente, los nitratos son solubles, por lo que son movilizados con facilidad de los sedimentos por las aguas superficiales y subterráneas.

Después de la absorción, tanto nitratos como nitritos se distribuyen con rapidez a todos los tejidos.

Una vez en la sangre, el nitrito reacciona con el ion ferroso (Fe^{2+}) de la desoxihemoglobina y forma metahemoglobina, en la cual el hierro se encuentra en estado férrico (Fe^{3+}), por lo que es incapaz de transportar el oxígeno. Por ello se relaciona al nitrito con una anomalía en la sangre de los niños (metahemoglobinemia) por la ingestión de aguas con un contenido mayor de 10 mg/L de nitratos (como N) y como resultado de la conversión de nitrato en nitrito. La mayor parte de estos casos se asocian a aguas que contienen más de 45 mg/L de nitrato (10 mg/L como $\text{NO}_3\text{-N}$).

Aunque se ha comprobado que bebés menores de 6 meses que ingieren nitratos en concentraciones altas pueden morir si no reciben tratamiento inmediato, es importante anotar que no todos los niños que ingieren aguas con altos contenidos de nitratos (10 mg/L o más) necesariamente desarrollan la enfermedad. Para ello se requiere una predisposición natural. En este caso, la edad es un factor determinante, porque rara vez se presenta en niños de más de seis meses y mucho menos en adultos.

La presencia de nitratos y nitritos no es extraña, especialmente en aguas almacenadas en cisternas en comunidades rurales.

Aunque la toxicidad relativa de los nitratos es bien conocida, es difícil establecer cuál es el nivel de una dosis nociva. Los nitritos tienen mayor efecto nocivo que los nitratos, pero como generalmente en las aguas naturales no se presentan niveles mayores de 1 mg/L y la oxidación con cloro los convierte en nitratos, el problema prácticamente queda solucionado.

Es importante destacar que aunque el agente responsable de esta enfermedad son los nitritos, debido a que estos se forman naturalmente a partir de los nitratos, un factor determinante en la incidencia de esta enfermedad es la concentración de nitratos en el agua y los alimentos. Para dar una idea de la gravedad y magnitud potencial de este problema, basta mencionar que los datos obtenidos a través del Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (GEMS, por sus siglas en inglés) indican que 10% de los ríos estudiados en todo el mundo tenían concentraciones de nitratos por encima del límite recomendado por la OMS. Los estudios de GEMS también encontraron que en Europa 15% de los ríos tenían concentraciones de nitratos hasta 45 veces mayores que la concentración natural.

Los métodos tradicionales de floculación e incluso ablandamiento con cal no son efectivos para la remoción de nitratos. El más eficiente es el de resinas de intercambio iónico, que puede remover concentraciones tan altas como 30 mg/L y reducirlas hasta 0,5 mg/L en procesos continuos.

En la práctica, difícilmente los nitritos se encuentran en aguas tratadas debido a que se oxidan fácilmente y se convierten en nitratos durante la cloración. Por sus efectos adversos para la salud de los lactantes y porque no se tienen procesos definitivos para su remoción, el contenido de nitratos en aguas de consumo público no debe exceder, según la EPA, de 10 mg/L. Puesto que los nitritos tienen un efecto tóxico superior a los nitratos, el contenido no debe exceder de un mg/L; en ambos casos, medidos como nitrógeno.

La OMS establece un valor guía provisional de 50 mg/L (N-NO₃) y 3 mg/L

(N-NO₂), mientras que el Canadá recomienda un máximo de 10 mg/L para el primero y un mg/L para el segundo.

DIGESA (7), Señala que los nitritos (NO₂) son oxidados por el grupo de nitrobacterias para formar nitratos (NO₃). Los nitratos formados pueden servir como fertilizantes para las plantas. Los nitratos producidos en

exceso para las necesidades de la vida vegetal, son transportados por el agua, luego estas se filtran a través del suelo, debido a que el suelo no tiene la capacidad de retenerlos pudiendo encontrarse en concentraciones superiores en aguas subterráneas.

El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados incluyendo el amoníaco así como la contaminación causada por la acumulación de excretas humanas y animales puede contribuir a elevar la concentración de nitratos en el agua, estos son solubles y no adsorben a los componentes del suelo, por lo que son movilizados con facilidad por las aguas superficiales y subterráneas.

Usos:

El nitrato de potasio (KNO_3) o “sal nitro”, o el de sodio (NaNO_3), es usado como agentes antimicrobianos para controlar el crecimiento de bacterias ácido-butíricas formadoras de gas Nitrato de amonio para uso minero.

Características:

- Es más difícil eliminar los nitratos que los fosfatos, se utilizan para su eliminación bacterias desnitrificantes para convertir el nitrato en nitrógeno gaseoso.
- Son muy solubles en el agua debido a la polaridad del Ion, esta es la forma del nitrógeno mas Estable termodinámicamente en presencia de oxígeno, por lo que los sistemas acuáticos y nitrogenados tienden a transformarse en nitratos Ión NO_3^- y sus sales o sales del ácido nítrico, HNO_3 .
- Son nutrientes fácilmente asimilables por las plantas, por lo que son utilizadas como fertilizantes. Los aportes de nitratos al mar y al agua de ríos y lagos favorecen el crecimiento de algas (eutrofización).
- El nitrato es la forma más oxidada del nitrógeno que se puede encontrar en las aguas residuales. Cuando un efluente

secundario deba ser recuperado para la recarga de agua subterránea, la concentración del nitrato es importante.

- Se recomienda <1 mg/l.

Riesgos:

- Los riesgos por la exposición a nitratos y nitritos para la salud no dependen únicamente de la exposición, sino que también influyen la existencia de condiciones favorables para la reducción de nitratos a nitritos y algunos factores inherentes al individuo, esto impide que se pueda formular una relación de dosis-respuesta con respecto a la presencia de nitratos en el agua o en los alimentos
- En niños menores de 6 meses que consuman agua con concentraciones elevadas de nitratos y nitritos, podrían enfermar gravemente de metahemoglobinemia infantil.

j. Calcio.

Walter J. (39), Señala que el calcio es el quinto elemento en orden de abundancia en la corteza terrestre, su presencia en las aguas naturales se debe al su paso sobre depósitos de piedra caliza, yeso y dolomita, la cantidad de calcio puede variar o encontrarse en un rango de 0 a cientos de mg/l, dependiendo de la fuente y el tratamiento del agua. El *calcio* junto al *magnesio* forma la "*dureza*" del agua. Las concentraciones de calcio en aguas varían mucho, pero en general suelen ir asociadas al nivel de mineralización; por esta misma razón, las aguas subterráneas habitualmente presentan contenido mayores a las superficiales correspondientes. La presencia de Calcio en agua potable la dota de "sabor" que dependerá del anión mayoritario presente. Al mismo tiempo intervendrá en fenómenos de incrustación/agresión en tuberías y depósitos de almacenamiento de agua potable y en aguas destinadas a calderas industriales de particular importancia.

k. Magnesio.

Walter J. (39), Señala que el Magnesio es muy abundante en la naturaleza y se hallan en cantidades importantes en muchos minerales rocosos, como la dolomita, magnesita, olivina y serpentina. Además se encuentra en el agua de mar, salmueras subterráneas y lechos salinos. Es el tercer metal estructural más abundante en la corteza terrestre, superado solamente por el aluminio y el hierro.

Por otra parte se encuentra en las aguas en cantidades generalmente menores que el calcio pero su importancia biológica es grande ya que es indispensable para el desarrollo de ciertos sistemas enzimáticos y para la constitución de los huesos. Desde el punto de vista fisiológico el magnesio junto al calcio, sodio y potasio juega un papel fundamental en la conducción eléctrica de los impulsos cardíacos. Si la cantidad de magnesio en el agua es muy grande, por encima de los 125 mg/l, puede actuar como laxante y diurético e incluso adquirir un sabor amargo, sobre todo cuando el contenido del ión sulfato es notable.

I. Sólidos Totales.

Chávez M. (4), Menciona que los Sólidos totales se definen como tal a los residuos de material que queda en un recipiente después de la evaporación de una muestra y su consecutivo secado en estufa a temperatura definida. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o al suministro para su consumo de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos no son aceptables al paladar de los consumidores, y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional. Los sólidos totales incluyen:

- *Los sólidos suspendidos*, o porción de sólidos totales retenidos por un filtro y
- *Los sólidos disueltos totales*, o porción de sólidos totales que atraviesa el filtro.

El contenido de materias en suspensión es muy variable según los cursos de agua, de hecho todos las contienen, variando mucho en función de su origen. En el caso de aguas subterráneas, éstas suelen tener menos de 1 mg/l.

DIGESA (7), Señala que los sólidos en suspensión son productos de la erosión de los suelos, detritus orgánico y plancton

Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua:

Características:

- Los análisis de sólidos son importantes en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales, y para evaluar el cumplimiento de las limitaciones que regulan su vertido.
- Los “sólidos totales” es la expresión que se aplica a los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporización de una muestra y su consecutivo secado en estufa a temperatura definida.
- Las sustancias no disueltas usualmente se denominan materia suspendida o sólidos suspendidos, pocas veces se realizan pruebas de sólidos suspendidos, estos generalmente se evalúan por medición de turbiedad.
- Sólidos suspendidos y los sólidos suspendidos volátiles se emplean para evaluar la concentración de los residuos domésticos industriales.

Riesgos:

Sólidos son los materiales suspendidos o disueltos en aguas limpias y aguas residuales. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con

abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior potabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional.

2.12. NORMAS QUE GARANTICEN LA CALIDAD DE AGUA.

2.12.1. ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA.

De acuerdo al decreto supremo N° 002 – 2008 – MINAM, Artículo 1°, se aprueba con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Cuadro 01, estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 3: riego de vegetales y bebidas de animales.

Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y alto		
Parámetros	Unidad	Valor
Físico – Químico		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(uS/cm)	< 200
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos – P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ – N)	mg/L	10
Nitritos (NO ₂ – N)	mg/L	0.06
Oxígeno disuelto	mg/L	>=10
pH	Unidad de pH	6.5 -8.5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0.05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0.05
Bario Total	mg/L	0.7
Boro	mg/L	0.5 – 6
Cadmio	mg/L	0.005
Cianuro Wad	mg/L	0.1
Cobalto	mg/L	0.05
Cobre	mg/L	0.2
Cromo (6+)	mg/L	0.1

Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2.5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0.2
Mercurio	mg/L	0.001
Níquel	mg/L	0.2
Plata	mg/L	0.05
Plomo	mg/L	0.05
Selenio	mg/L	0.05
Zinc	mg/L	2
Orgánicos		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0.001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309 – 00 2)	ug/L	0.004
Clordano (CAS 57 – 74 – 9)	ug/L	0.3
DDT	ug/L	0.001
Dieltrin (N° CAS 72- 20 – 8)	ug/L	0.7
Endrin	ug/L	0.004
Endosulfan	ug/L	0.02
Heptacloro (N° CAS 76 – 44 – 8) Y Heptaclorixido	ug/L	0.1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7.5

Parámetros Para Riego De Vegetales

PARÁTROS	Unidad	Vegetales	Vegetales
		Tallo Bajo valor	Tallo Alto valor
Biologicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	2000 (3)
Coliformes Totales	NMP/100ml	5000	5000 (3)
Enterococos	NMP/100ml	20	100
Escherichia coli	NMP/100ml	100	100
Huevos de Helminfos	Huevos/litro	<1	<1 (1)
Salmonella sp.	Ausente		Ausente
Vidrión cholerae	Ausente		Ausente

Fuente: Decreto supremo N° 002 – 2008 - MINAM

NOTA:

NN/100: número más probable en 100ml.

Vegetales de tallo alto: son plantas cultivables o no, de porte arbusto o arbóreo y tienen una buena longitud de tallo. Las especies leñosas y forestales tienen un sistema radicular pivotante profundo (1 a 20 metros) ejemplo; forestales, árboles frutales, etc.

Vegetales de tallo bajo: son plantas cultivables o no, frecuentemente porte herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbáceas de porte bajo tienen un sistema radicular difuso o fibroso, poco profundo (10 a 50cm) ejemplo: hortalizas y verduras de tallo corto, como ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio y arveja, etc.

2.13. ELEMENTOS DE VIGILANCIA Y CONTROL.

Rojas, R. (27), Indica que la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha definido tres elementos básicos que todo programa debe contener y que son perfectamente aplicables al control de la calidad del agua realizado por el abastecedor. Adicionalmente, existe otros elementos que pueden ser considerados de apoyo que coadyuvan a la implementación de los programas de vigilancia y control. Los elementos básicos son:

- a. Evaluación de la calidad físico-químico y microbiológica
- b. Inspección sanitaria y operacional
- c. Evaluación institucional.

A su vez, los elementos complementarios o de apoyo son:

- a. Reglamentos y normas
- b. Recursos humanos, materiales y económicos-financieros
- c. Capacitación
- d. Educación sanitaria, encuestas y flujo de información.

Leal J. y Rodríguez F. E. (14), Define que el monitoreo es el procedimiento continuo de observación, de medición y evaluación de las acciones del proyecto en forma objetiva, con el fin de identificar impactos ambientales y aplicar las medidas de control ambiental en el momento y en el lugar apropiado. La información recopilada es de importancia para temas de investigación y para prevenir impactos ambientales de proyectos similares.

2.14. RECOLECCION PRESENTACION Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS.

ROJAS, R. (28), considera que la recolección o toma de muestras se ejecuta en función de los tipos de estructuras de vertimiento en los puntos de muestreo, teniendo en cuenta el tipo de análisis de determinación, así mismo indica que es imposible precisar el tiempo que pueda transcurrir desde la toma de muestra hasta su análisis. En líneas generales debe tenerse en cuenta lo siguiente:

a) **Bacteriológico**

Las muestras de agua potable de las que se sospeche que están ligeramente contaminadas y que no tienen ningún tipo de preservación (refrigeración), se pueden aceptar hasta dos horas entre el muestreo y el inicio del análisis. Las muestras refrigeradas deben ser analizadas hasta las 24 horas después de ser tomadas.

b) **Químico**

Este grupo de análisis debe dividirse en dos partes: una primera conformada por cloruros, dureza total, nitrato, sulfato pH, conductividad y turbiedad, que solo requieren refrigeración y un periodo máximo de siete días entre el muestreo y el análisis.

El segundo grupo representado por aluminio, hierro y magnesio, requieren para su preservación la adición de 5 ml de ácido nítrico concentrado por litro de muestra y el tiempo entre el muestreo y el análisis puede ser hasta tres meses. En el cuadro N° 02 se presenta algunos tipos de preservantes relacionado al presente trabajo, que deben ser empleados en la conservación de la muestra.

Cuadro 02: Recipiente, Tipo de Preservación y Tiempo de Almacenamiento de Muestra.

Parámetros	Volumen medido	Recipiente	Preservación	Tiempo de almacenamiento
Temperatura	-	-	-	Registro inmediato
pH	100 ml	P o V	Refrigeración a 4°C	Ninguno
Conductividad Eléctrica	500 ml	P o V	Refrigeración a 4°C	28 días
Turbiedad	100 ml	P o V	Refrigeración a 4°C	24/48 hrs
Sólidos totales	100 ml	P o V	Refrigeración a 4°C	2 – 7 días
Oxígeno disuelto	30 ml	V	-	Análisis inmediato

P = Polietileno, V = Vidrio

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).

III. CAPITULO. MATERIALES Y METODOS

3.1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA.

3.1.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA.

El área de estudio, geográficamente se ubica entre las coordenadas UTM, sistema de referencia WGS84:

UTM 875,398.74 y 935,754.57 Este

UTM 8'380,909.05 y 8'307,460.16 Norte

Abarcando las provincias de Espinar (Región Cusco), Lampa y Melgar (Región Puno) y Caylloma (Región Arequipa).

3.1.2. DEMARCACION HIDROGRAFICA.

Las subcuencas del área de estudio son afluentes directos del río Apurímac, y forma parte de la vertiente del Océano Atlántico y limita con las siguientes cuencas:

Por el Norte : Alto Apurímac y Urubamba.

Por el Este : Ramis.

Por el Sur : Colca.

Por el Oeste : Alto Apurímac.

3.1.3. DEMARCACION POLITICA.

Políticamente, el ámbito de estudio abarca las provincias de Espinar en el departamento de Cusco, Melgar y Lampa en el departamento de Puno y Caylloma en el departamento de Arequipa. La distribución de superficie por distrito se muestra en la Tabla N° 07

Tabla 07: Superficie Distrital – Área de Estudio

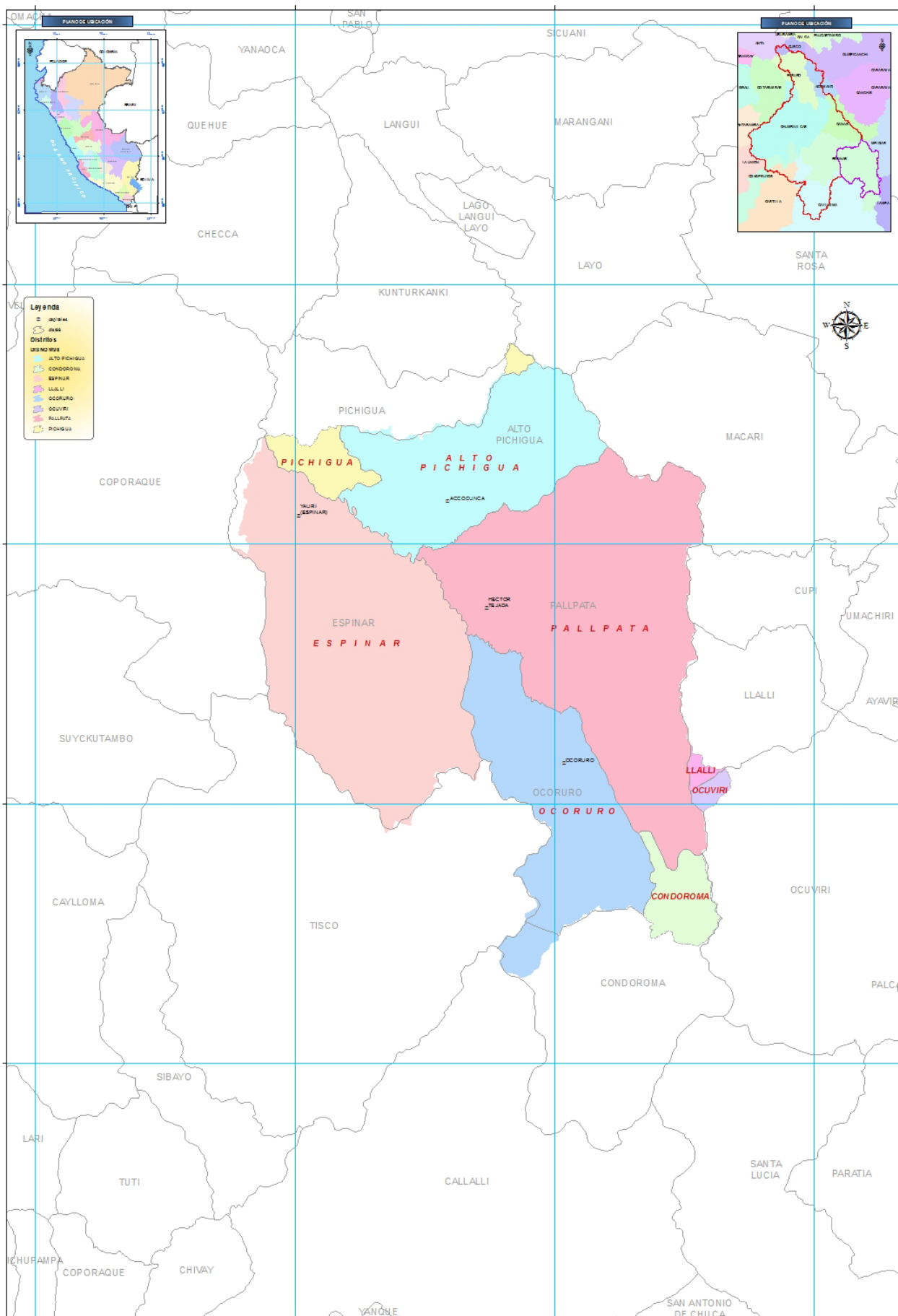
Distrito	Provincia	Departamento	Área (km ²)	Área (%)
Espinar	Espinar	Cusco	721.10	28.58
Condorama	Espinar	Cusco	72.14	3.89
Coporaque	Espinar	Cusco	51.44	2.00
Ocoruro	Espinar	Cusco	384.50	13.94
Pallpata	Espinar	Cusco	818.10	31.90
Pichigua	Espinar	Cusco	63.19	2.46
Alto Pichigua	Espinar	Cusco	361.10	14.05
Ocuviri	Lampa	Puno	12.56	0.50
Ilalli	Melgar	Puno	8.96	0.33
Tisco	Caylloma	Arequipa	60.09	2.34
TOTAL			2413.56	100%

Fuente: Estudio de Balance Hídrico de las Subcuencas de los Ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo

Figura. 06: MAPA DE UBICACIÓN POLITICA NACIONAL



Figura. 07: MAPA DE UBICACIÓN POLITICA DISTRICTAL.



3.1.4. DEMARCACION ADMINISTRATIVA.

Las subcuencas de los ríos Salado, Cañipia, se enmarca dentro del ámbito jurisdiccional de la Administración Local de Agua Alto Apurímac Velille, cuya dependencia técnica, funcional y administrativa es de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), cuya sede central está en la Ciudad de Lima. La ANA, como ente rector y máxima Autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, está adscrito en el Ministerio de Agricultura.

La sede administrativa se encuentra ubicada en la ciudad de Yauri, distrito de Espinar, provincia de Espinar en la región Cusco.

3.1.5. ACCESIBILIDAD – VIAS DE COMUNICACIÓN.

La ciudad de Yauri (Espinar) es el centro urbano más relevante dentro del área de estudio. Las principales vías de comunicación terrestre une con las ciudades de Juliaca, Cusco y Arequipa.

Dentro del área de estudio, las vías de acceso es por un sistema múltiple de transporte, existe una carretera afirmada y asfaltada de desde Sicuani a Espinar y desde Arequipa hacia Espinar, así mismo existe carretas afirmadas desde las provincias de Chumbivilcas - Santo Tomas y hacia Espinar y de esta hacia todos los distritos, con vías afirmadas y trochas carrozables.

La capital de la provincia de Espinar se encuentra en el distrito de Yauri y posee la principal vía de acceso desde la ciudad de Cusco hacia Sicuani con una carretera asfaltada y de Sicuani hacia Espinar con una vía asfaltada y en parte con vía afirmada, cuya distancia es aproximadamente 232 km desde Cusco a Espinar, así mismo existen vías desde la localidad Arequipa y Santo Tomas.

Tabla 08: Vías de Comunicación – Área de Estudio

Desde	Hasta	Distancia km.	Tiempo	Tipo de vía	Transporte
Cusco	Sicuani	134	2:30 HR.	Asfaltado	Terrestre
Sicuani	Espinar	98	2:00 HR.	Asfaltado y Afirmado	Terrestre
Arequipa	Imata	129	2:30 HR	Asfaltado	Terrestre
Imata	Espinar	146	6:00 HR	Asfaltado y Afirmado	Terrestre
juliaca	Sicuani	140	2:30 HR.	Asfaltado	Terrestre

Fuente: Estudio de Balance Hídrico de las Subcuencas de los Ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.

3.2.1. BIOLÓGICOS.

- Muestra de agua de los ríos.

3.2.2. MATERIALES.

- Plano de ubicación (carta nacional).
- Papale bond A-4.
- Libreta de apuntes.
- Lapicero, lápiz, etc.
- Wincha, flexometro.
- Poncho de plástico.
- Embaces contenedores de muestra.

3.2.3. EQUIPO.

- Equipo de cómputo (lap top).
- Cámara fotográfica.
- Camioneta 4X4 hilux.
- Sistema de posicionamiento global GPS.
- Conductivímetro HACH: cond. Eléctrica y salinidad.
- Ph-metro hach:ph.
- Spectronicfotometro; sulfatos.
- Balanza electrónica.

3.2.4. SERVICIOS.

- Ploteo de planos
- Impresión, fotocopias, anillados, escaneados y otros.

3.3. METODOLOGIA.

3.3.1. TIPO DE INVESTIGACION.

El tipo de investigación es: Descriptivo y explicativo. Es descriptivo porque describe el comportamiento variables climáticas y es explicativo porque es una investigación cuantitativa que estudia el comportamiento de las tendencias de las precipitaciones y temperaturas con datos numéricos de la serie histórica. Ya que son fenómenos que han sucedido a través del tiempo y espacio.

3.3.2. POBLACION Y MUESTRA.

Población

Para la presente investigación se consideró como población al total de datos tomados y/o muestreados de los ríos de la cuenca, y solo se utilizó para análisis de agua en el ámbito de estudio 12 lugares.

Muestra

Para el presente estudio se consideró muestra al conjunto de lugares de donde se recopiló las muestras. Estos datos son considerados como muestreo aleatorio. Los datos a ser recopilados son de agua.

Para la selección de estos lugares que se ubican dentro de la sub-cuenca Salado de tomo los siguientes criterios.

3.3.3. PLANIFICACION DE LOS TRABAJOS.

Para el desarrollo de la planificación de estrategias, planes, cronograma, metodología y criterios de optimización de los recursos se consideró los siguientes aspectos:

- El ámbito o amplitud del terreno en estudio (carta 1/25000)
- El tiempo establecidos para lograr los trabajos programados
- La fecha tentativa de inicio de los trabajos de campo.
- Factores externos (clima, y otros)

Disponibilidad de equipos de medición y laboratorio para el análisis de los parámetros de agua.

3.3.4. DEFINICION DEL AMBITO DE TRABAJO.

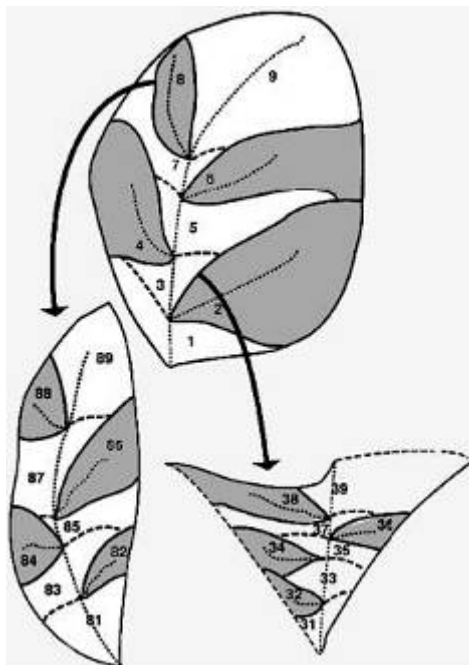
Es uno de los procedimientos más importantes, en el cual se define el ámbito de trabajo, el método usado es el método pfafstetter en este método la importancia de cualquier río está relacionada con el área de su cuenca hidrográfica. Es hecha una distinción entre río principal y tributario, en función del criterio del área drenada. Así, en cualquier confluencia, el río principal será siempre aquel que posee la mayor área drenada entre los dos. Denominándose cuencas las áreas drenadas por los tributarios e intercuencas las áreas restantes drenadas por el río principal.

El proceso de codificación consiste en: subdividir una cuenca hidrográfica, cualquiera que sea su tamaño, determinándose los cuatro mayores afluentes del río principal, en términos de área de sus cuencas hidrográficas. Las cuencas correspondientes a esos tributarios son enumerados con los dígitos pares (2, 4, 6 y 8), en el sentido desde la desembocadura hacia la naciente del río principal. Los otros tributarios del río principal son agrupados en las áreas restantes, denominadas intercuencas, que reciben, en el mismo sentido, los dígitos impares (1, 3, 5, 7 y 9).

Cada una de esas cuencas e intercuencas, resultantes de esa primera subdivisión, pueden ser subdivididas de la misma manera, de modo que la subdivisión de la cuenca 8 genera las cuencas 82, 84, 86 y 88 y las intercuencas 81, 83, 85, 87 y 89. El mismo proceso se aplica a las intercuencas resultantes de la primera división, de modo que la intercuenca 3, por ejemplo, se subdivide en las cuencas 32, 34, 36 y 38

y en las intercuenas 31, 33, 35, 37 y 39. Los dígitos de la subdivisión son simplemente agregados al código de la cuenca (o intercuenca) que está siendo dividida. (Ver Figura N° 08).

Figura N° 08
Subdivisión de Cuencas – Método Pfafstetter



El proceso de automatización SIG, consistió en delinear las cuencas hidrográficas de los tributarios de la cuenca que está siendo subdividida, sobre un mapa cartográfico digital a escala 1:100,000, con información de los flujos de agua, lagos y lagunas, curvas de nivel con 50 metros de equidistancia, señales geodésicas y otras marcas con valores altitudinales. Una vez concluido ese proceso, se generó los polígonos de las cuencas e intercuenas delineadas, obteniéndose así una nueva cobertura de información congregando a todos los polígonos obtenidos e ingresándole los valores de la codificación en su base de datos, el cual fue estructurado para recibir los diferentes niveles de clasificación.

3.3.5. OBTENCION DE INFORMACION DE CAMPO.

La obtención de información de campo se registra en una ficha elaborado para tal fin con los datos identificados y datos generales, así mismo de la recolección de muestras se efectuó en envases de botellas

de vidrio de manera secuencial, durante un mes aproximadamente y dividida en 4 grupos de muestras de agua, se tomó la decisión de realizar 5 muestras de agua por semana o fecha de análisis, tanto para análisis físico-químico y bacteriológico. Según el plan de trabajo y la disponibilidad de acceso a materiales, equipos de medición y los laboratorios de Microbiología y laboratorio de Química de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

a. Ubicación Política.

Se describe la ubicación política del punto de muestreo del agua subterránea: localidad, distrito, provincia, departamento y región.

b. Ubicación del Punto de Muestreo.

Se realizó la georeferenciación del punto de muestreo (norte y este) en coordenadas UTM (WGS84), así mismo como la altitud empleada un instrumento portátil de sistema de posicionamiento global (GPS).

c. Descripción de observaciones y Toma de Fotografías.

Se toma fotografías de los puntos de muestreo para documentar el sitio, considerando las características del punto de donde se toma la muestra de agua, incluyendo a una persona en imagen, al recibir los fotos reveladas o digitadas, se codifica poniendo las etiquetas con los siguiente información: identificación del sitio, nombre del sitio, fecha y la hora, para su archivo respectivo.

d. Análisis Organolépticos y Físicas del Agua.

Para las mediciones de los parámetros organolépticas y físicas de los puntos de muestreo del agua se han empleado equipos portátiles de medición como el pH-metro HACH, Termómetro ambiental y Conductivímetro HACH; para determinar (el pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica y Salinidad). La medición se realizó siempre teniendo en cuenta las especificaciones técnicas, catálogos y calibración

de cada equipo de medición para evitar errores en la lectura. Se muestra alguno de estos equipos portátiles en la siguiente imagen.

Figura. 09: Equipos Portátiles para medir los parámetros físicos



pH-metro HACH

Conductivimetro HACH

Fuente: fotos obtenidos por el ejecutor.

e. Técnicas de Muestreo.

La recolección de las muestras es un punto crítico en el procedimiento de la evaluación de la calidad del agua. Por esa razón el muestreo se realizó cuidadosamente introduciendo el frasco de botella en el fondo del río, en cada uno de los ríos seleccionados de tal manera que sea confiable y la más representativa del componente de las fuentes de agua en el ámbito de estudio.

Envases: El envase para la toma de muestra debe tener las características apropiadas para el tipo de análisis físico, químico y bacteriológico, tal como menciona las guías y manuales de análisis de la calidad del agua. Por lo cual se ha tomado las técnicas y recomendaciones para la recolección de muestras de agua. En el presente trabajo se utilizó botellas de vidrio de boca ancha, las botellas de muestra se han limpiado cuidadosamente, esterilizadas e incluso autoclavadas antes de cada uso o de la siguiente recolección de las muestras así garantizando una protección adecuada de la muestra. Tal como se puede mostrar en la figura.

Cantidad: Para la mayor parte de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos es suficiente una muestra de 500 ml de agua, aunque para ciertas determinaciones especiales se requiere mayores volúmenes.

Almacenamiento de Muestra de Agua: en el presente trabajo, las aguas muestreadas de los ríos, tan solo para el análisis bacteriológico se ha almacenado en baja temperatura a 4 °C de temperatura. Para los parámetros físico-químico los análisis fueron in situ y luego llevadas al laboratorio.

Intervalo entre el Muestreo y el Análisis de las Aguas en Laboratorio: En el presente trabajo en general el intervalo de tiempo fue lo menos posible entre el muestreo y el análisis de las aguas, para así tener los resultados analíticos de confianza. Para ciertas características físicas se ha practicado los análisis “in situ”, debido a que la composición de la muestra puede cambiar, antes de que puedan verificarse los análisis en el laboratorio.

- Análisis físico-químico : <5 horas
- Análisis bacteriológico : <20 horas

El tiempo antes mencionado están en el rango a los que recomienda las guías y manuales de análisis de calidad de agua.

3.3.6. ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA EN LABORATORIO.

Los exámenes de laboratorio se realizó de las muestras tomadas en el campo para la determinación específicamente los parámetros químicos y bacteriológicos, estas muestras fueron trasladados de los punto de muestreo al laboratorio y almacenados en baja temperatura en un tiempo menor posible para que no sufra mayores cambios en su naturalidad.

a. Equipo de Laboratorio para la Determinación de los Parámetros Químicos.

Para el análisis de los parámetros químicos del agua subterránea se utilizó los siguientes métodos de *Gravimétrico (clorito)* y *Titilación o Volumétricos (de volumen)*. Recomendados por la APHA y OMS, estos resultados nos garantizan la conformidad a las aguas de calidad química. Se puede apreciar imágenes del análisis.

Figura. 10: Equipos y reactivos



ESTUFA/SPECTRONICFOTOMETRO/BALANZA

SOLUCIONES o REACTIVOS

Fuente: fotos obtenidos por el ejecutor.

b. Equipo de Laboratorio de Microbiología para la Determinar el Grupo de Coliformes.

Para el análisis bacteriológico del agua subterránea de calidad sanitaria para el consumo humano, se utilizó el método más tradicional de (Numero Más Probable con Tubos Múltiples), en esta técnica los resultados de la fermentación en tubos múltiples se expresan en el término (NMP/100ml) de microorganismos existentes. Este método se fundamenta en el cálculo de probabilidades., se puede apreciar imágenes del análisis.

3.3.7. PROCESAMIENTO DE INFORMACION.

Estas acciones son realizadas en gabinete, se inician con la codificación de los puntos de muestreo de los ríos, la complementación de la

información obtenida en campo, sistematización de la información en archivo digital.

- Para la georeferenciación de los puntos de muestreo del agua de los ríos se utilizó el sistema de coordenadas UTM WGS 84.
- Para nuestra base de datos se empleó un plano digital topológico y de ubicación de la sub cuenca.

3.3.8. INTERPRETACION DE RESULTADOS.

La interpretación de los resultados de la calidad del agua de los ríos, se basa en la comparación con los Estándares de Calidad ambiental para agua categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales (MINAM), tablas establecidas o guías para el aislamiento y vigilancia de bacterias, Ley de Recursos Hídricos N° 29338 y otras normas que se refiere a la conservación de los recursos hídricos y del medio ambiente, que las Autoridades competentes en cuanto a la conservación y preservación de recursos naturales debe hacer cumplir y aplicar las medidas de control para velar el cumplimiento de las disposiciones legales.

IV. CAPITULO RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1. IDENTIFICACION, ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE PUNTOS DE MONITOREO.

Tabla N° 09: ubicación de puntos de monitoreo

Punto	Este	Norte	Altura	Distrito	Provincia	Región	Rio
1	272926.16	8325476.73	4232.8	Ocoruro	Espinar	Cusco	Chaquimayo
2	270071.98	8336274.22	4099.6	Ocoruro	Espinar	Cusco	Ocoruro
3	264412.76	8347543.56	4000.5	Pallpata	Espinar	Cusco	Salado
4	261864.45	8354231.97	3965.1	Pallpata	Espinar	Cusco	Pallpatamayo
5	257135.81	8353791.18	3943.5	Pallpata	Espinar	Cusco	Salado
6	258689.28	8360581.94	3957.2	Alto Pichigua	Espinar	Cusco	Challuta
7	250697.58	8360769.33	3913.6	Alto Pichigua	Espinar	Cusco	Salado
8	240178.74	8356805.6	3930.4	Yauri	Espinar	Cusco	Cañipia
9	240251.23	8367911.78	3878.9	Yauri	Espinar	Cusco	Cañipia
10	239510.2	8368589.62	3864.4	Pichigua	Espinar	Cusco	Salado
11	232203.22	8361483.63	3872.4	Yauri	Espinar	Cusco	Apurimac
12	236589.49	8374956.7	3842	Pichigua	Espinar	Cusco	Apurimac

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al sistema de coordenadas WGS84, la superficie total del área de estudio que es la sub cuenca Salado es de 2,413.56Km².

El área de la subcuenca del rio Salado se ha delimitado en 9 unidades hidrográficas, superficie en el cual está incluido la subcuenca del rio Cañipia.

La escorrentía superficial del cauce principal de 8 unidades hidrográficas desembocan en el rio Salado; y la escorrentía de las unidades hidrográficas de Bajo Salado desemboca directamente en el cauce del rio Apurímac.

Asimismo se trabajó solamente con las microcuencas de la tabla siguiente.

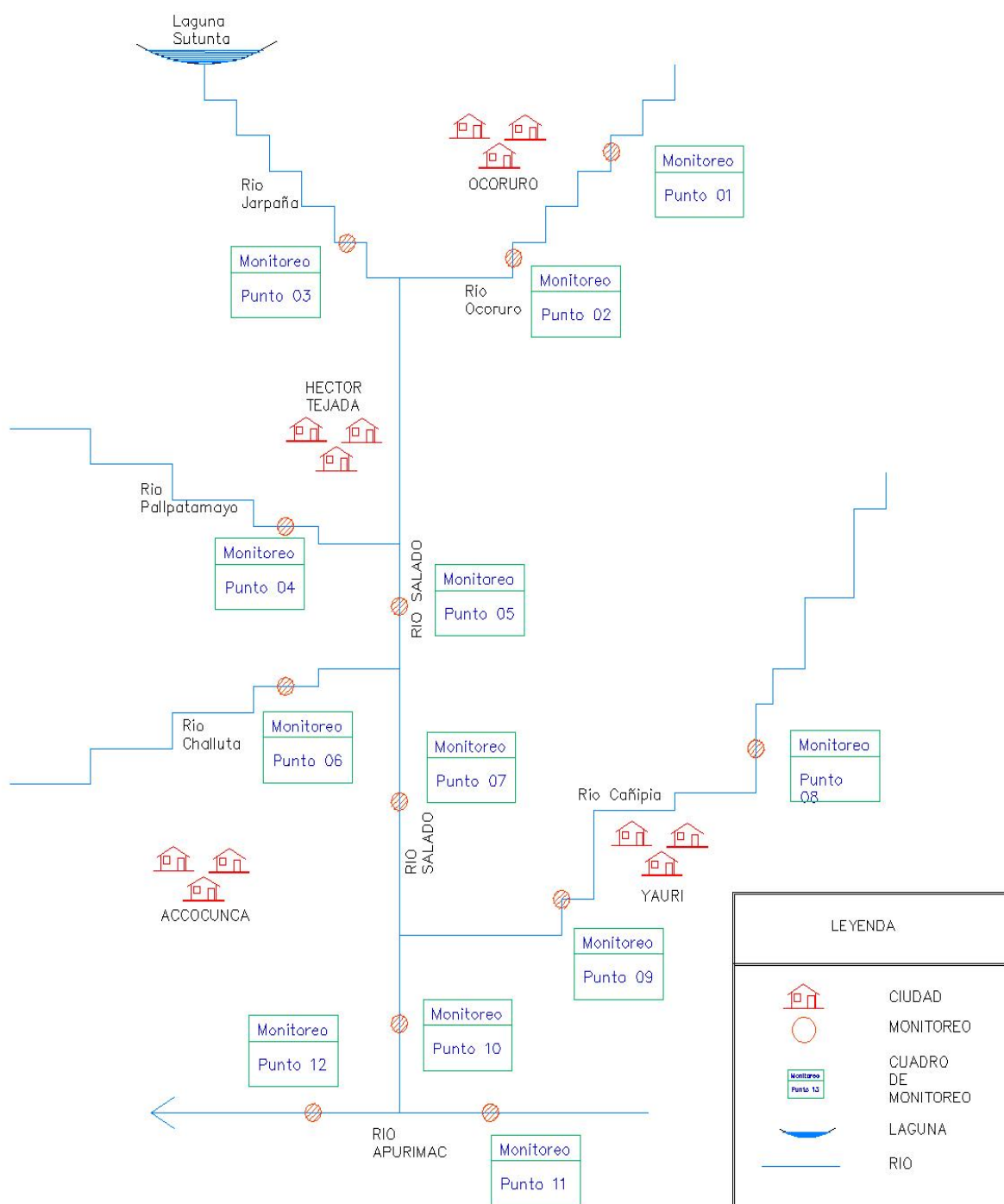
Tabla N° 10: Ubicación de Microcuencas

N°	Subcuenca	Unidad hidrográfica	Perímetro (km)	Área (km ²)	Altura Mínima (msnm)	Altura Máxima (msnm)
1	Salado	CAÑIPÍA	127.8	405.92	3842.0	5059.0
2	Salado	CHALLUTA	87.8	270.12	3897.0	4900.0
3	Salado	ALTO SALADO	153.9	509.89	3935.0	5159.0
4	Salado	OCORURO	124.3	348.37	3946.0	5112.0
5	Salado	PALLPATAMAYO	100.0	373.82	3921.0	4880.0

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 11: Esquema Topológico

ESQUEMA TOPOLOGICO
de la cuenca salado para para el monitoreo de calidad de agua
(UBICACION DE PUNTOS DE MUESTREO)



4.1.1. UNIDAD HIDROGRAFICA CAÑIPIA.

Esta subcuenca ocupa una superficie de 405.92 Km² que representa el 15.87% del total de la cuenca, con 48.84 Km de longitud del cauce principal. Presenta una pendiente media de 17.01%, una altitud máxima de 5,059.0 msnm. y una mínima de 3,842.0 msnm.

Tienen su origen en la cabecera de la divisoria de aguas con la cuenca del río Colca. El escurrimiento se origina de quebradas y ríos, entre los principales se identifican los ríos Choco y Vila Vila, que dan origen al río Huilcarani, el mismo que recibe aporte de los ríos Cotimayo, Chalchamayo, Coropuquio, Suramayo. La confluencia del río Huinimayo y el Huilcarani dan origen al río Cañipia, el mismo que aguas abajo recibe el aporte de los ríos Ccatunmayo y Ccoloyo. Recorre aguas abajo con aportes de quebradas hasta su desembocadura al río Salado.

Solamente en la parte alta de la microcuenca del río Choco existen lagunas naturales: Ojraya y Quenquecocha.

PROGRAMA DE AFOROS.

Para el control y seguimiento de registro de aforos en el río Cañipia se ha registrado aforos de escorrentía superficial según como se muestra en la Tabla N° 11, en el que se muestra el resumen de registro de seguimiento de caudal medio mensual, efectuado en los meses de estiaje hasta el inicio de época de lluvias; es relevante mencionar, que la composición del lecho del río es de carácter aluvial caracterizada por alto contenido de material granular suelto, el cual es transportada en la época de las avenidas desde la cabecera de la cuenca; el espesor alto de este material granular ocasiona que el flujo del agua sea subsuperficial, motivando que los aforos de escorrentía superficial no sean reales.

En la unión de las quebradas tanto de Huilcarani y Choco (San Martín) no se ha encontrado ningún caudal, el registro y control se ha iniciado aguas abajo del puente carretera principal Yauri – Arequipa.

Tabla N° 11

	Características de la fuente	Caudal prom (l/s)	Caudal prom (m3/s)
	Estación de Aforo		
1	Río Cañipia después operación Antapacay	35.55	0.04
2	Quebrada Huinimayo antes confluencia a Cañipia	12.45	0.01
3	Canal de riego Quetara I	27.00	0.03
4	Canal de riego Quetara II	2.65	0.00
5	Canal de riego Vista Alegre	12.05	0.01
6	Canal de riego Suchiñahui	17.36	0.02
7	Canal de riego Urbaya I	4.80	0.00
8	Canal de riego Urbaya II	11.12	0.01
9	Canal de riego Patito Ciego	33.63	0.03
10	Canal de riego Cañon Pururo	40.42	0.04
11	Canal de riego Milagros	42.85	0.04
12	Río Cañipia después puente amistad	63.66	0.06
13	Canal Riego Yanacollpa	41.75	0.04
14	Río Cañipia antes confluencia Salado	199.75	0.20

Fuente: balance hídrico de las subcuencas de los ríos salado, cañipia y huayllumayo

El río Cañipia, cauce de escorrentía principal de la UH Cañipia durante la época de estiaje (julio – noviembre) según los caudales superficiales medios aforados presenta un caudal promedio de 199.75 l/s en el punto de efluencia, antes de la confluencia con el río Salado.

4.1.2. UNIDAD HIDROGRAFICA CHALLUTA.

La Unidad hidrográfica Challuta (UH Challuta), sub unidad hidrográfica de la subcuenca Salado. Tiene una superficie de 270.12 Km² que representa el 10.56% del total de la cuenca, con 36.69 Km de longitud del cauce principal. Presenta una pendiente media de 13.56%, una altitud máxima de 4,900.0 msnm. y una mínima de 3,897.0 msnm.

Tienen su origen en la cabecera de la divisoria de aguas con las cuencas de los ríos Alto Apurímac y Ramis. El escurrimiento tiene origen a partir de lagunas, quebradas y ríos, entre los principales se identifican la laguna Quellhuaccocha, Huanpune, Lllactaccocha, Huampune y Jutoccocha, todos ubicados en la parte alta de la subcuenca.

El río Challuta nace a partir del río Tocoylla; aguas abajo recibe afluentes de quebradas Sotococho, Orccorara, río Tahuamanu, río Anccarca,

Quebradas Quescamicayo, Huayllani, Thorcca, río Acconconca y quebrada Canlletera y finalmente desemboca al río Salado.

PROGRAMA DE AFOROS

El registro de caudales de la UH Challuta se ha efectuado antes de la confluencia con el río Salado, durante la época de estiaje y se ha consolidado en caudal promedio mensual, tal como se muestra en la Tabla.

Tabla N° 12

N°	Características de la Fuente	Caudal Prom (l/s)	Caudal Prom (m3/s)
	Estacion de Aforo		
1	Río Challuta antes confluencia con Salado	48.19	0.05

Fuente: balance hídrico de las subcuencas de los ríos salado, cañipia y huayllumayo

Se verifica que el caudal efluente de la UH Challuta antes de la confluencia con el río Salado presenta un caudal promedio de 48.19 l/s, el cual corresponde a la época de estiaje.

4.1.3. UNIDAD HIDROGRAFICA ALTO SALADO.

Esta unidad hidrográfica políticamente abarca las provincias de Melgar (distrito de Llallí), Lampa (distrito de Ocuwiri), de la región Puno y la provincia de Espinar, región Cusco.

La Unidad hidrográfica Alto Salado (UH Alto Salado), sub unidad hidrográfica de la subcuenca Salado. Tiene una superficie de 509.84Km² que representa el 19.94% del total de la cuenca, con 75.77 Km de longitud del cauce principal. Presenta una pendiente media de 16.71%, una altitud máxima de 5,159.0 msnm. y una mínima de 3,935.0 msnm. En el mapa de la Figura N° 2.13 se muestra la UH Alto Salado.

Tienen su origen en la cabecera de la divisoria de aguas con la cuenca del río Ramis y la subcuenca Ocoruro. El escurrimiento tiene origen a partir de lagunas, quebradas y ríos, entre los principales se identifican la laguna Patacocha, Chulpia, Sutunta, Guallatane, Teclo y muchas pequeñas lagunas, todos ubicados en la parte alta de la subcuenca.

En esta unidad hidrográfica, nace el río Salado a partir de la confluencia de los ríos Jarumamayo y Suruma; aguas abajo recibe afluentes de quebradas Llaquipampa, Huangaruma y Chuchuca y finalmente pasa a la subcuenca Medio Alto Salado.

El río Jarumamayo tiene origen en el embalse Sutunta, aguas abajo del embalse recibe el aporte de la quebrada Compuerta –el mismo que tiene origen en la laguna Chulpia–, río Jayuni, río Casillomayo. El río Suruma se origina en el escurrimiento de la parte alta de la UH Alto Salado.

PROGRAMA DE AFOROS

Durante el desarrollo del presente estudio se ha realizado el control y registro de aforos en los principales cauces de escorrentía superficial tales como los ríos Salado, Suruma, Jaruma, Kasillomayo y Jayumi; los caudales medios mensuales aforados se muestra en la Tabla N° 13, en el que se muestra el resumen de registro de seguimiento de caudal medio mensual, efectuado en los meses de estiaje hasta el inicio de época de lluvias. Al igual que las otras unidades hidrográficas el lecho de los cauces de escorrentía es de carácter aluvial caracterizada por material granular. Los aforos de caudal reportados solamente corresponden al caudal superficial en el cauce, es relevante que debido al material aluvial existente en los cauces de agua, el caudal real de escorrentía tiene valores superiores a los caudales aforados.

De acuerdo al promedio de los caudales aforados en la época de estiaje, el río Salado escurre un caudal de 807.59 l/s, que corresponde al punto de aforo antes de la confluencia con el río Ocoruro.

Tabla N° 13

N°	Características de la Fuente Estación de Aforo	Caudal prom (l/s)	Caudal prom (m3/s)
1	Río Salado antes de confluencia con Ocoruro	807.59	0.81
2	Río Suruma antes confluencia con Jaruma	167.3	0.17
3	Río Jaruma antes de confluencia con Suruma	483.88	0.48
4	Río Jaruma antes de confluencia con Kasillomayo	460.93	0.46
5	Río Kasillomayo antes de confluencia con Jaruma	216.43	0.22
6	Río Jaruma antes de confluencia con Jayuni	506.06	0.51
7	Río Jayuni antes de confluencia con Jaruma	37.38	0.04

Fuente: balance hídrico de las subcuencas de los ríos salado, cañipia y huayllumayo

4.1.4. UNIDAD HIDROGRAFICA OCORURO.

La Unidad hidrográfica Occoruro (UH Occoruro), sub unidad hidrográfica de la subcuenca Salado. Tiene una superficie de 348.26 Km² que representa el 13.62% del total de la cuenca, con 54.30 Km de longitud del cauce principal. Presenta una pendiente mediada de 18.72%, una altitud máxima de 5,112.0 msnm. y una mínima de 3,946.0 msnm. En el mapa de la Figura N° 2.16 se muestra la hidrografía.

Tienen su origen en la cabecera de la divisoria de aguas con la cuenca del río Colca y la subcuenca Alto Salado. El escurrimiento tiene origen a partir de lagunas, quebradas y ríos, entre los principales se identifican la laguna Parina y otras pequeñas lagunas, todos ubicados en la parte alta de la subcuenca.

El río Occroruro nace a partir de la confluencia del río Chacamayocc y la quebrada Chaquimayo; aguas abajo recibe afluentes de quebradas Camaq Pucara, Patilani, Huallan, Suyamayo, Huallani, Cañahuayjo, Cahuachaña Chullo, Huasacancha y finalmente pasa a la subcuenca Medio Alto Salado.

El río Chacamayocc tiene origen en el escurrimiento superficial de pequeñas quebradas en cabecera de subcuenca. La quebrada Chaquimayo se origina en el escurrimiento de varias quebradas y el almacenamiento de la laguna Parina, localizado en la parte alta de la UH.

PROGRAMA DE AFOROS

En esta unidad hidrográfica existen cauces de escorrentía natural y cauces de derivación de agua con fines agrarios. Se ha realizado un programa de aforos en los puntos de interés seleccionados, cuyos resultados han servido para el análisis hidrológico.

En la Tabla N° 14 se verifica según los resultados de aforo que el caudal efluente de la UH Ocoruro, antes de la confluencia con el río Salado, presenta un caudal promedio de 408.65 l/s, el cual corresponde a la época de estiaje.

Tabla N° 14

N°	Características de la Fuente	Caudal Prom (l/s)	Caudal Prom (m3/s)
	Estación de Aforo		
1	Río Ocoruro antes confluencia con Salado	408.65	0.41
2	Canal de riego Huanohuano	56.91	0.06
3	Canal de riego Chorrillos	185.27	0.19
4	Río Chaquimayo antes de confluencia con Chacamayo	88.17	0.09
5	Río Chacamayo antes de confluencia con Chaquimayo	146.00	0.15
6	Canal de Riego Ocoruro	453.59	0.45
7	Canal de riego S. Chaquilla	353.09	0.35
8	Canal de riego S. Inchupalla	656.06	0.66

Fuente: balance hídrico de las subcuencas de los ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo

4.1.5. UNIDAD HIDROGRAFICA PALLPATAMAYO

La Unidad hidrográfica Pallpatamayo (UH Pallpatamayo), sub unidad hidrográfica de la subcuenca Salado. Tiene una superficie de 373.91 Km² que representa el 14.62% del total de la cuenca, con 47.70 Km de longitud del cauce principal. Presenta una pendiente media de 10.47%, una altitud máxima de 4,880.0 msnm. y una mínima de 3,921.0 msnm.

Tienen su origen en la cabecera de la divisoria de aguas con la cuenca del río Ramis y las subcuencas de los ríos Challuta y Alto Salado. El escurrimiento tiene origen a partir de lagunas, quebradas y ríos, entre los principales se identifican la laguna Arricroyococha, Chocñacota, Qellhuacocha, Parcocata y otras pequeñas lagunas, todos ubicados en la parte alta de la subcuenca. Hidrográficamente el escurrimiento de esta unidad hidrográfica aporta directamente al río Salado.

El río Pallpatamayo nace en la laguna Arricroyococha, con afluentes que también nacen en lagunas Chocñaccota, Qellhuacocha y Parcocata. Aguas abajo recibe afluentes de quebradas Montoncaca, Huallatera, río Chacsillamayo, Cayrahuire, Ajoyani, tacrayo, quebrada Viscachani y finalmente pasa a la subcuenca Medio Salado.

La parte baja de la cuenca es plana con pequeñas ondulaciones entre las quebradas, en la parte media es igual y la parte alta con elevaciones medianas entre las cordilleras de límite hidrográfico entre Cusco y Puno.

Se ha realizado aforo de caudales medios en el punto de efluencia de la UH Pallpatamayo, verificándose un caudal promedio de 257.57 l/s, correspondiente a la época de estiaje.

Tabla N° 15

N°	CARACTERISTICAS DE LA FUENTE ESTACION DE AFORO	CAUDAL PROM (l/s)	CAUDAL PROM (m3/s)
1	Río Pallpatamayo antes de confluencia con Salado	257.57	0.26

Fuente: balance hídrico de las subcuencas de los ríos salado, cañipia y huayllumayo

4.2. ANALISIS DE INFORMACION DE LABORATORIO.

4.2.1. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS.

a. Color.

El agua de los ríos en el ámbito de estudio tiene como parámetro de aceptación que es “Incolora” en la totalidad de los ríos, parámetro que resultó dentro del rango permisible. Vale la aclaración cuando el agua tiene color, tiene el problema de que no puede ser utilizada hasta que no se le trata removiendo dicha coloración.

Las aguas pueden estar coloridas debido a la presencia de iones metálicos naturales, humus, materia orgánica y contaminantes domésticos. El color que en el agua produce la materia suspendida y disuelta, se le denomina “Color aparente”, una vez eliminado el material suspendido, el color remanente se le conoce como “Color verdadero”, siendo este último el que se mide en esta determinación.

b. Olor y Sabor.

El olor y el sabor están estrechamente relacionados podemos decir que, “A lo que huele, sabe el agua”. Esto constituye el motivo principal de rechazo por parte del agricultor. El agua de los ríos en su forma pura y natural generalmente no tiene ningún olor ni sabor. En el presente trabajo se ha presenciado que es “Inodoro y Insípido”, Aun así no produce sensaciones olfativas ni de sabor desagradable. Esto se podría decir porque es extraído y utilizado el agua permanentemente para cualquier fin.

c. Alcalinidad como CaCO₃.

Para la determinación de la Alcalinidad de las muestras de agua de los ríos se ha realizado por el Método de Titilación ó Volumétrico, se tiene el siguiente procedimiento a detallar.

- Tomar 25ml de la muestra de agua en Matraz Erlenmeyer de 250ml de capacidad.
- Adicionar indicador de Heliantina al 0.1%, agregando de 2 a 3 gotas (de color amarillo).
- Titular con solución HCL 0.0993 Normal, agitar y hasta que cambie de color amarillo a naranja, luego anotar el volumen de gasto de ácido HCL.
- Nota usar testigos con los reactivos y agua libre de CO₂ para hacer las correcciones en caso necesario.
- Calcular su concentración empleando la formula correspondiente.

$$\text{mg/l Ca} = \frac{\text{VgHCl} * \text{N} * \text{PMCaCO3} * 1 \times 10^6}{\text{Vm}}$$

DONDE:

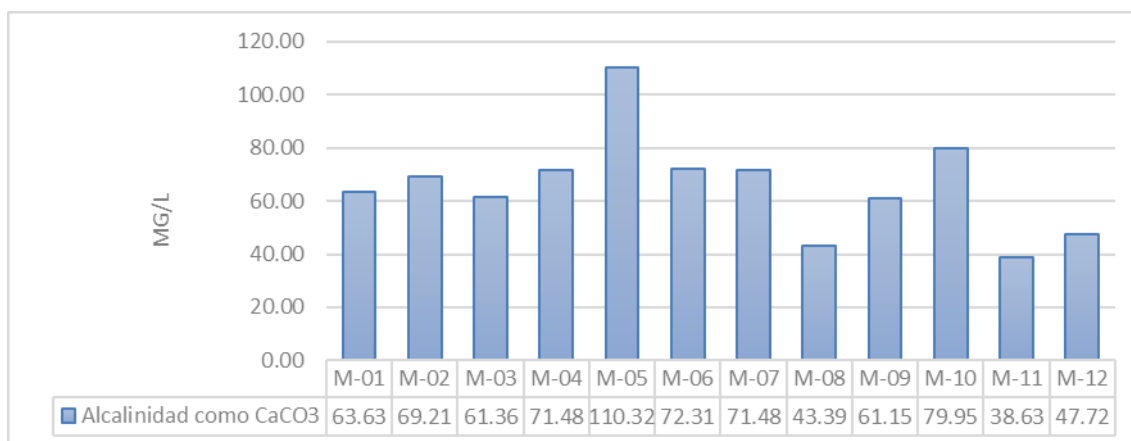
mg/l Ca : Alcalinidad

VgHCl : Volumen de gasto de HCl (ml).

ConHCl=N : Concentración de HCl (meq/ml).

V_m : Volumen de Muestra de Agua (ml).

PM_{CaCO3} : Peso Molecular de CaCO₃ (g/meq).

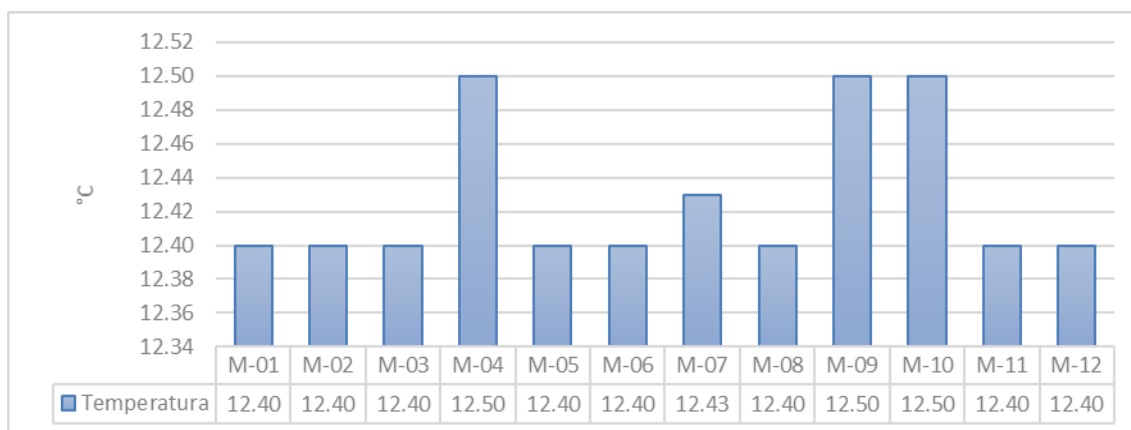


Fuente: Elaboración Propia

De un (mínimo de 38.63 mg/l. a un máximo de 110.32 mg/l.). Del tamaño de muestras que son 12 ríos que equivale al 100% de datos obtenidos en el laboratorio el 100% de valores corresponde a los estándares de calidad ambiental categoría 3, (370 mg/l) y no existen valores elevados, pero para la OMS el 100% de los valores están dentro de los límites máximos permisibles establecidos además señala que es natural encontrar valores entre (200 a 500 mg/l), este parámetro no tiene mayor importancia sanitaria y no presenta riesgos a la salud (es apto).

d. Temperatura.

La medición de la Temperatura del agua de las muestras en el ámbito de estudio, se realizó con el equipo portátil Termómetro Ambiental ínsito, introduciendo directamente el termómetro en la botella de muestra y se hace la lectura correspondiente. Los resultados del análisis de temperatura fluctúan entre los valores de un mínimo de 12.40°C a un máximo de 12.5°C valores que corresponden a aguas de clasificación *Regular* (12°C – 23°C), según el índice de ponderación limnología establecido por el Ministerio de Pesquería – 1980.



Fuente: Elaboración Propia

e. Calcio como Ca⁺⁺.

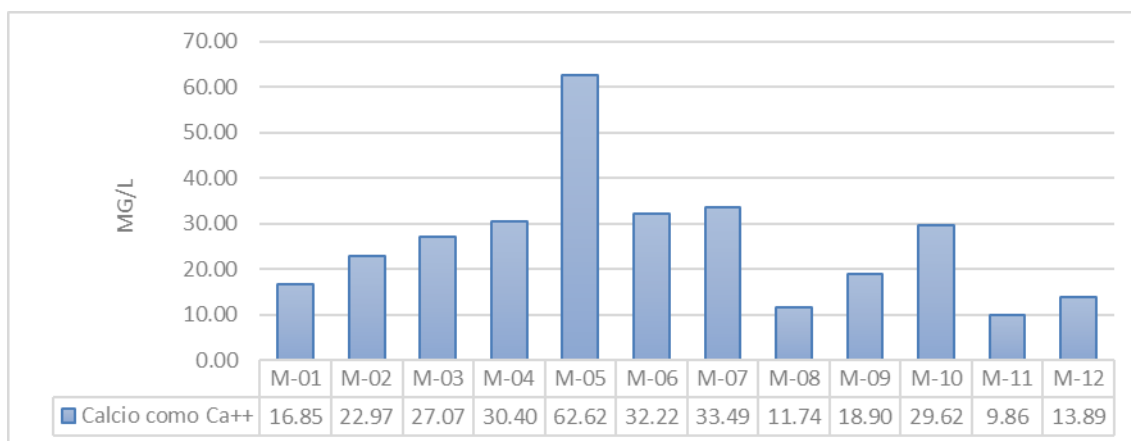
Para la determinación del Calcio de las muestras de agua de los ríos se ha realizado por el Método de Titilación ó Volumétrico, se tiene el siguiente procedimiento a detallar.

- Tomar 25 ml de la muestra de agua en Matraz Erlenmeyer de 250ml de capacidad.
- Adicionar 4 gotas de solución Hidróxido de sodio de concentración 4 Normal (NaOH 4N).
- Añadir el indicador Purpurado de Amonio (Murexida) aproximadamente 50mg (1 pizca) tiene un color rosado naranja.
- Luego titular o estandarizar agitando con solución EDTA hasta que cambie de color rosado naranja a púrpura, luego anotar el volumen de gasto de EDTA
- Calcular su concentración empleando la formula correspondiente.

$$mg/l Ca = \frac{VgEDTA \cdot ConEDTA \cdot PMCa \cdot 1 \times 10^{-6}}{Vm}$$

DONDE:

- mg/l Ca** : Calcio
- VgEDTA** : Volumen de gasto de EDTA (ml).
- ConEDTA** : Concentración de EDTA (mmol).
- Vm** : Volumen de Muestra de Agua (ml).
- PMCa** : Peso Molecular de Ca (g/mmol).



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del análisis de Calcio fluctúan entre los valores de un mínimo de 9.86 mg/l. a un máximo de 62.62 mg/l. del 100% de valores obtenidos, el 100% cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (200mg/l) y no existen valores elevado. Pero según la Organización Mundial de Salud – OMS. El 100% de los valores están dentro de los límites máximo permisible (200 mg/l).

f. Cloruros como Cl⁻.

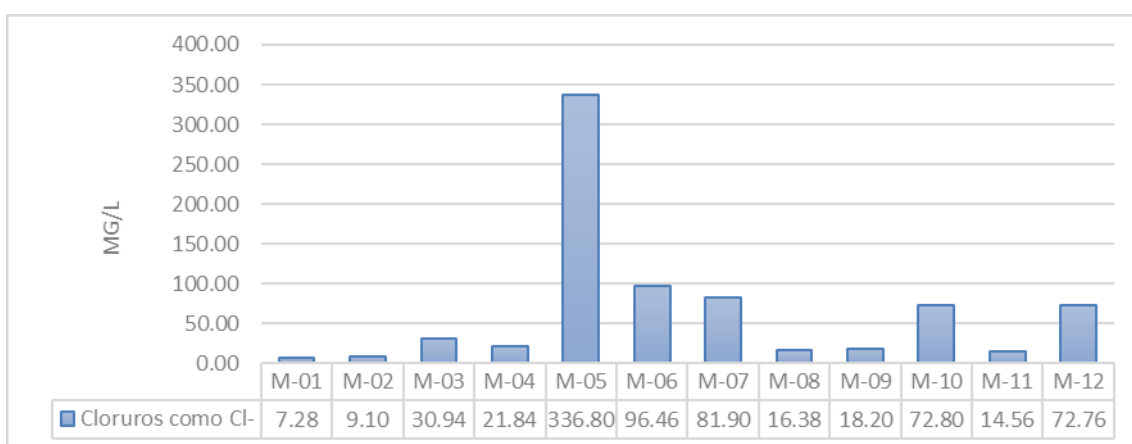
Para la determinación el Cloruro de las muestras de agua de los ríos se ha realizado por el Método de Titilación ó Volumétrico, se tiene el siguiente procedimiento a detallar.

- Tomar 25 ml de la muestra de agua en Matraz Erlenmeyer de 250ml de capacidad.
- Adicionar el indicador Cromato de Potasio K₂CrO₄ al 5% (color amarillo)
- Luego titular con solución de Nitrato de Plata AgNO₃, con concentración de 0.0106 Normal, hasta que cambie de color amarillo a rojo ladrillo, luego anotar el volumen de gasto de Nitrato de Plata.
- Calcular su concentración empleando la formula correspondiente.

$$\text{mg/l Cl} = \frac{\text{VgAgNO3} * \text{N} * \text{PMCl} * 1 \times 10^6}{\text{Vm}}$$

DONDE:

- Cl** : Cloruros (mg/l)
- VgAgNO3** : Volumen de gasto de AgNO3 (ml).
- Con AgNO3=N** : Concentración de AgNO3 (meq/ml).
- Vm** : Volumen de Muestra de Agua (ml).
- PMCl** : Peso Molecular de Cl (g/meq).



Fuente: Elaboración Propia

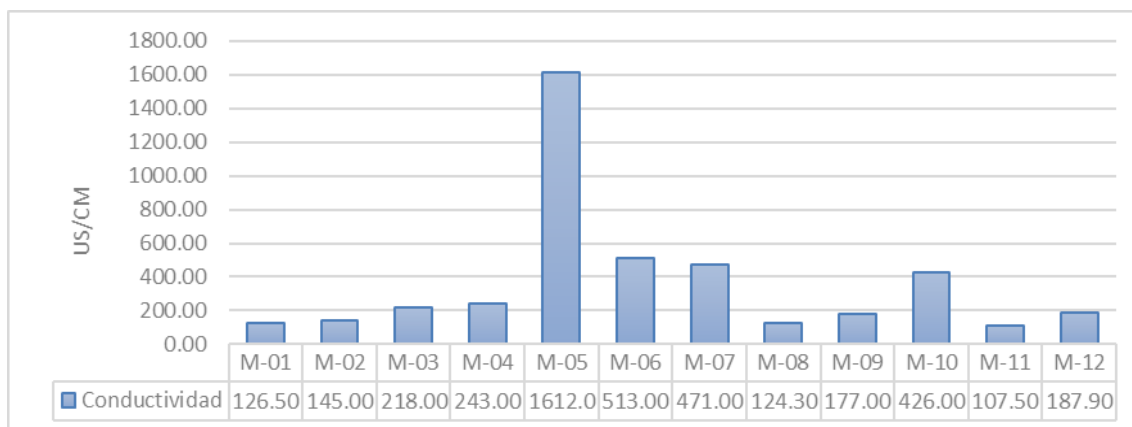
Los resultados del análisis de la Cloruros fluctúan entre los valores de un (mínimo de 7.28 mg/l. a un máximo de 336.80 mg/l.). Del 100% de datos obtenidos en el laboratorio el 8.33% de valores corresponde a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental categoría 3, (100 - 700 mg/l) y no existen valores elevados, pero el 91.67% de los valores son ligeramente bajos.

g. Conductividad.

La medición de la Conductividad Eléctrica del agua de los rios en evaluación en el ámbito, se realizó con el equipo portátil eléctrico Conductivimetro insitu, su medición es sencilla:

- Prender el equipo (pulsando **EXIT**)
- Introducir el electrodo en la botella de la muestra.

- Presionar (**Cond.**) = conductividad eléctrica
- Esperar hasta que en el medidor se presente una lectura estable.
- Presionando la tecla (**Enter**).
- Anotar la lectura en (mS/cm.) en el cuaderno de gabinete.



Fuente: Elaboración Propia

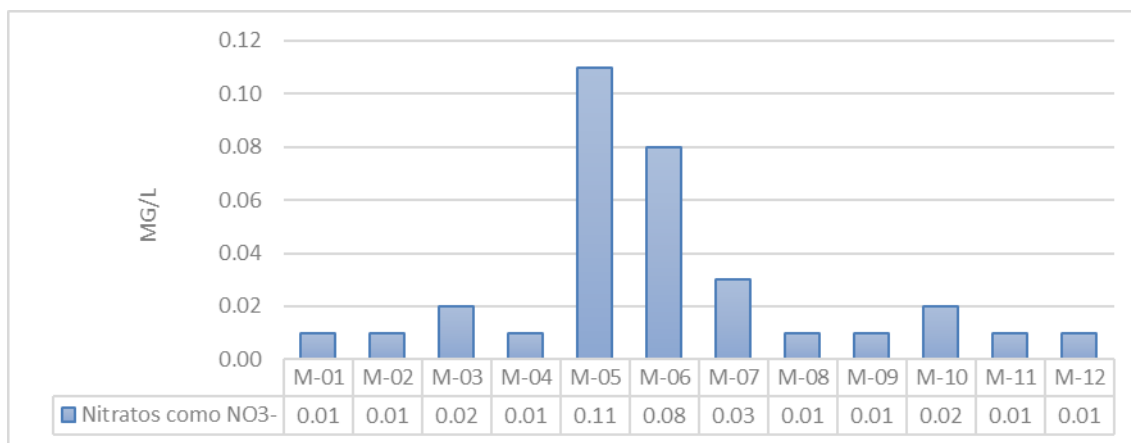
Los resultados del análisis de la conductividad eléctrica fluctúan entre los valores de un mínimo de 107.50 uS/cm. a un máximo de 1612.00 uS/cm. Valores que corresponden a aguas de mediana a alta mineralización, encontrándose dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental categoría 3, que es (hasta 2000 uS/cm) y la Organización Mundial de Salud – OMS (hasta 1500 umhos/cm).

h. Nitratos como NO_3^- .

Para la determinación de los Nitratos de las muestras de agua de los ríos de ha realizado por el Método de Titilación ó Volumétrico, el resultado se obtuvo en forma Cualitativo, se tiene el siguiente procedimiento en el análisis.

- En tubo de ensayo de 18x100 colocar 10 gotas de muestra de agua
- Añadir de 2 a 3 gotas de indicador Diphenylamina
- Luego añadir 2 gotas de ácido sulfúrico concentrado a (d=1.84)
- Agitar la solución si cambia de color o no

- La formación de un anillo de color azul indica que es Positivo (+) presencia de nitratos, de lo contrario si no se forma ningún anillo indica que es Negativo (-).
- Si es positivo (+) se procede a cuantificar con un nuevo examen.



Fuente: Elaboración Propia

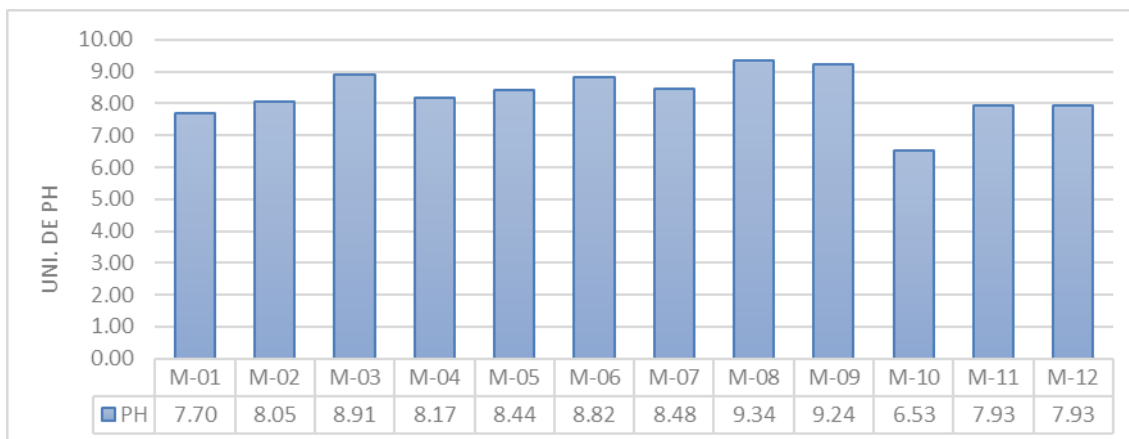
Los resultados obtenidos del análisis de los Nitratos fluctúan entre los valores mínimos de 0.01mg/l y un máximo de 0.11mg/l. de un total de 12 muestras que equivale al (100%), se afirma que está dentro Estándares Nacionales de Calidad Ambiental categoría 3 y la Organización Mundial de Salud – OMS. (Por lo general la concentración de nitrato en el agua no debe exceder de 1.0 mg/l).

i. Potencial de hidrogeno (ph).

La medición del pH del agua de rios en el ámbito, se realizó con el equipo portátil pH-metro HASC, “Insitu” de la siguiente manera:

- Calibrar y verificar las condiciones del equipo.
- Colocar la muestra en una botella de vidrio esterilizado e introducir el electrodo de tal manera que su área sensible esté completamente sumergida en la muestra.
- Agitar suavemente la muestra
- Esperar hasta que en el medidor se presente una lectura estable
- Anotar la lectura

- Después de medir el pH de la muestra, lavar el electrodo con agua destilada, secarlo con papel suavemente y guardar en el estuche de protección hasta su próximo uso.



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del análisis de pH fluctúan entre los valores de un mínimo de 6.53 y un máximo de 9.34 unidades, de un total de 12 muestras que representa el 100%, de los datos obtenidos el 8.33% no están dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental categoría 3, y el 91.67% de los valores están dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental categoría 3, asimismo encontrándose dentro de los límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Salud del Perú (7 - 8.5 unidades) y la Organización Mundial de Salud – OMS (6.5 - 8.5 unidades).

j. Sulfatos como $\text{SO}_4^{=}$.

Para la determinación de Sulfatos de las muestras se agua de los rios se ha realizado por el Método de Spectronicfotometro, se tiene el siguiente procedimiento a detallar.

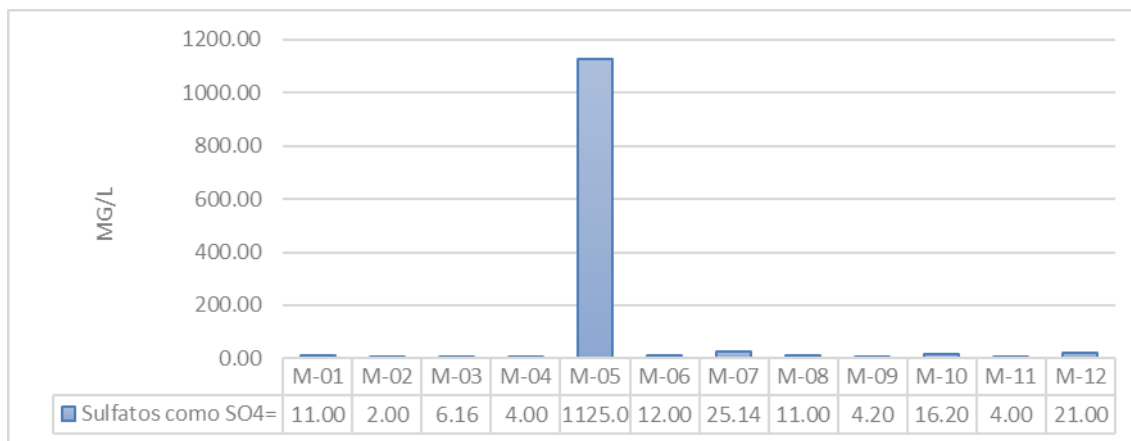
- Tomar 25 ml de la muestra de agua en Matraz Erlenmeyer de 250ml de capacidad.
- Agregar 75 ml de agua destilada
- Añadir 50 mlg de cloruro de bario BaCl_2 a $2\text{H}_2\text{O}$ (una pisca)

- Agitar las muestras durante 1min exactamente a una velocidad constante
- Luego lecturar en el equipo spectronicfotometro a una longitud de 420 NM (manómetro).
- Calibrar el equipo con agua destilada en una celda
- La solución agua destilada calibrar a 100% (transmitancia)
- La solución de resolución en la celda se coloca en spectronicfotometro durante 4 min
- Luego anotar la lectura que resultara en % y finalmente buscar en la tabla N° 14 el valor de concentración que corresponde y remplazar en la formula matemática.

$$\text{mg/l SO4} = \frac{(\text{Lectura de tabla(N° 14)} \times 10^3 \text{ ml/l}) \times 100}{V_m}$$



$$\text{mg/l SO4} = \frac{(\text{Lectura de tabla(N° 14)} * 100)}{V_m}$$



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del análisis de Sulfatos fluctúan entre los valores de un mínimo de 2.00 mg/l. a un máximo de 1125.00 mg/l. El 91.67% de Valores que corresponde Estándares Nacionales de Calidad Ambiental categoría 3,(300mg/l) y el 8.33% está muy elevado Estándares Nacionales de Calidad Ambiental categoría 3, los límites máximos

permisibles por el Ministerio de Salud del Perú (200 mg/l) y la Organización Mundial de Salud – OMS. (250 mg/l).

k. Magnesio como Mg⁺⁺.

Para la determinación de del Magnesio de las muestras del agua es por cálculo matemático.

$$\text{mg/l Ca} = \frac{(\text{VgCaCO}_3 - \text{VgCa})\text{EDTA} * \text{ConEDTA} * \text{PM.Mg} * 1 \times 10^6}{\text{Vm}}$$

DONDE:

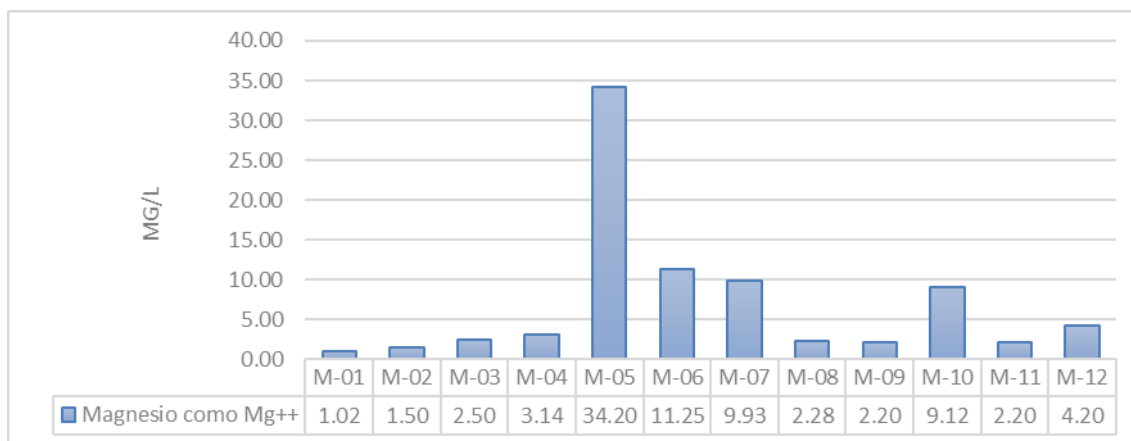
VgCaCO₃ : Volumen de gasto de EDTA (ml).

VgCa : Volumen de gasto de EDTA (ml).

ConEDTA : Concentración de EDTA (mmol).

Vm : Volumen de Muestra de Agua (ml).

PM.Mg: Peso Molecular de Mg (g/mmol).

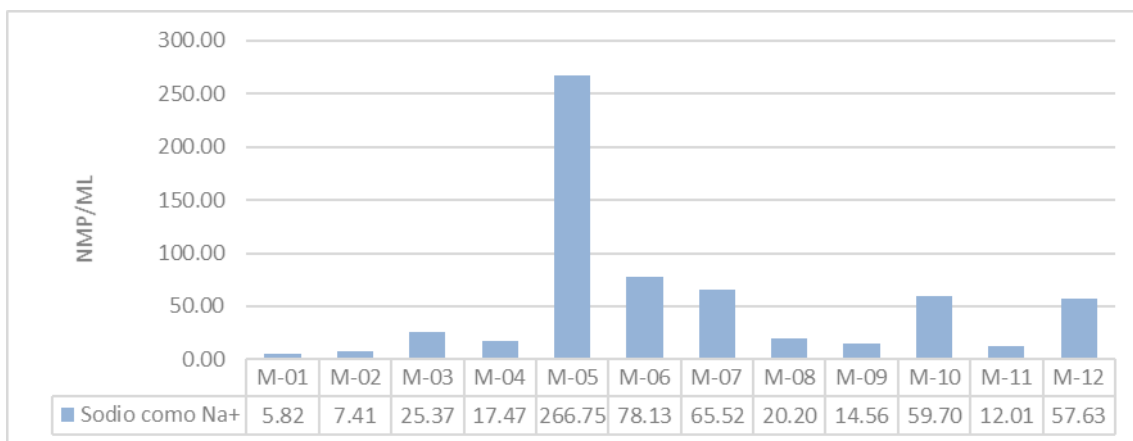


Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del análisis de Magnesio fluctúan entre los valores de un mínimo de 1.02 mg/l. a un máximo de 34.20 mg/l. Valores que corresponden dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental categoría 3, 150mg/l) y por el Ministerio de Salud del Perú y la Organización Mundial de Salud – OMS. (125 mg/l) y un límite máximo permisible de (150 mg/l).

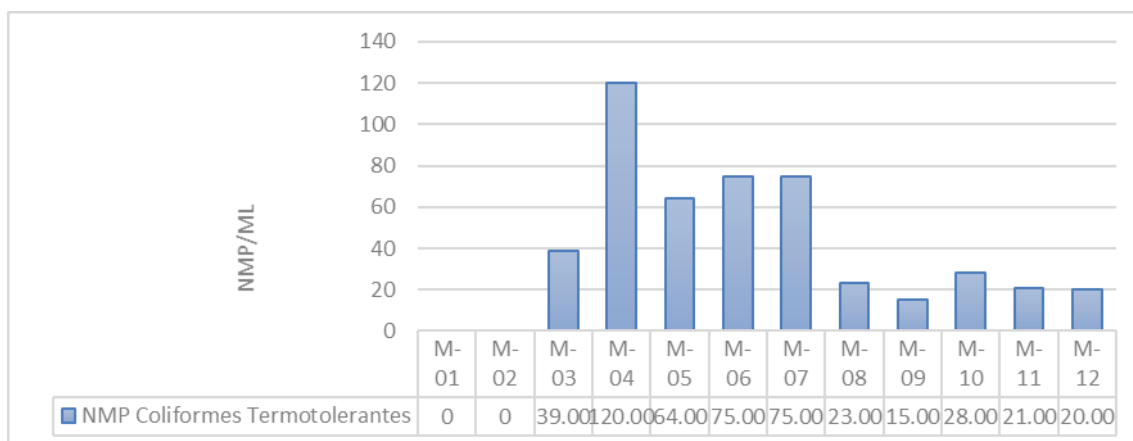
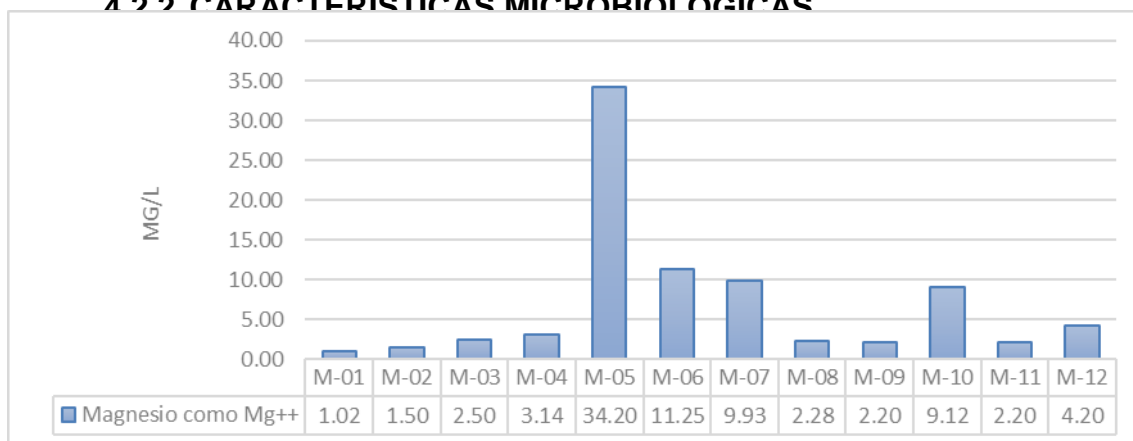
I. Sodio como Na+

Los resultados del análisis de sodio fluctúan entre los valores de un mínimo de 5.82 mg/l. a un máximo de 266.75 mg/l. el 91.67% de los Valores corresponden dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental categoría 3, 200 mg/l), y el 8.33% no está dentro de los estándares de calidad ambiental.



Fuente: Elaboración Propia

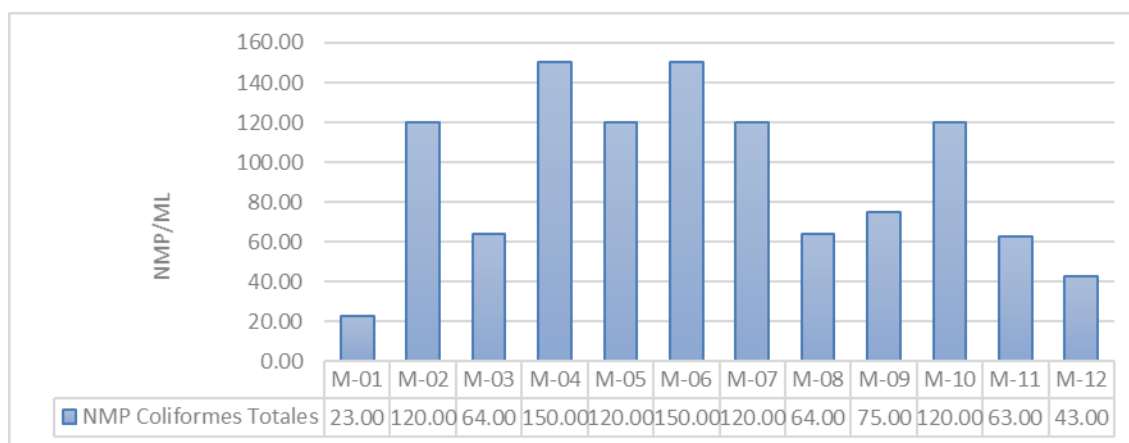
4.2.2 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS



Fuente: Elaboración Propia

b. NMP Coliformes Totales.

Los resultados del laboratorio de coliformes totales fluctúan entre los valores de un mínimo de 23 NMP/100ml a un máximo de 150 NMP/100ml. Y se encuentran dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales.



Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO EN BASE A LOS PARAMETROS PERMISIBLES.

Durante el periodo de la investigación se ha realizado una serie de muestreos para realizar comparaciones de los resultados de laboratorio con los parámetros permisibles de la calidad de las aguas para diferentes usos. Estos resultados se muestran a continuación con mayor detalle en esta parte del presente informe de investigación.

Según Norma Riverside.

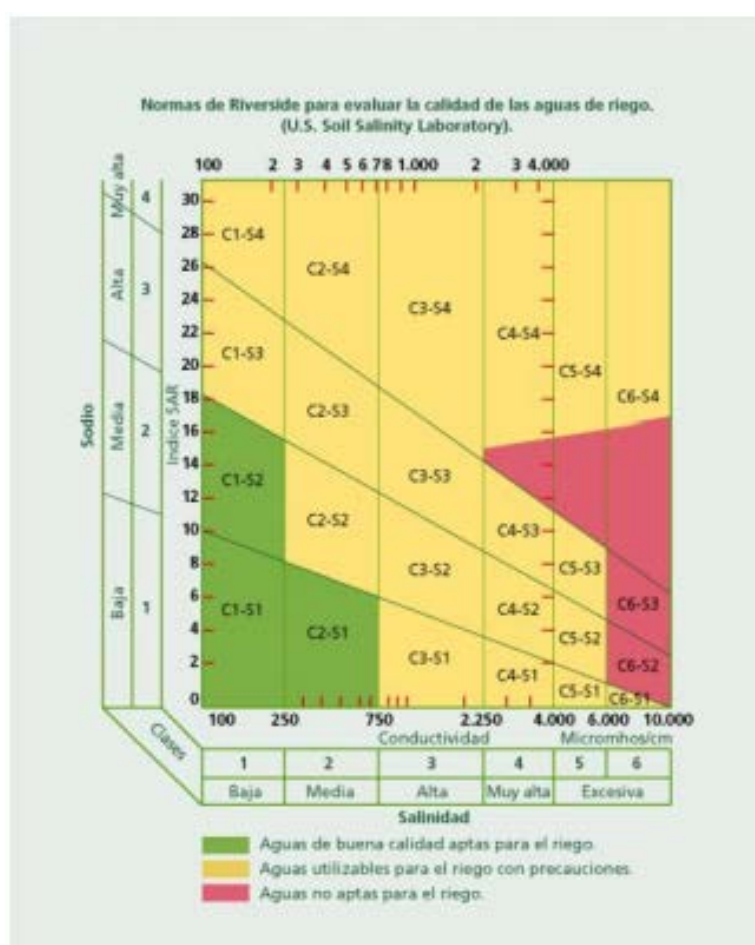
Establece la clase de agua en función del riesgo de salinización (mediante la conductividad eléctrica y alcalinización) (mediante el S.A.R.) que puede originar su uso. Se establecen categorías de clases de aguas enunciadas según las letras C y S.

Se expresa mediante la relación de absorción de sodio S.A.R, parámetro que representa la posible influencia del ion sodio, presente en el agua de riego, sobre el suelo: una elevada proporción relativa de sodio respecto a los iones calcio y magnesio en el agua de riego puede inducir cambios

de estos iones por los de sodio en los suelos, provocando la degradación del mismo con la siguiente pérdida de estructura y permeabilidad.

$$S.A.R. = Na / (Ca + Mg)^{0.5}$$

Figura N° 13 Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954)



Cuadro N° 03: Resumen de análisis físico-químico y biológico

PARAMETROS	UND	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10	M-11	M-12
BIOLOGICOS													
NMP Coliformes Termotolerantes	NMP/ml	negativo	negativo	39.00	120.00	64.00	75.00	75.00	23.00	15.00	28.00	21.00	20.00
NMP Coliformes Totales	NMP/ml	23.00	120.00	64.00	150.00	120.00	150.00	120.00	64.00	75.00	120.00	63.00	43.00
QUIMICO FISICO													
Alcalinidad como CaCO₃	mg/l	63.63	69.21	61.36	71.48	110.32	72.31	71.48	43.39	61.15	79.95	38.63	47.72
Calcio como Ca⁺⁺	mg/l	16.85	22.97	27.07	30.40	62.62	32.22	33.49	11.74	18.90	29.62	9.86	13.89
Cloruros como Cl⁻	mg/l	7.28	9.10	30.94	21.84	336.80	96.46	81.90	16.38	18.20	72.80	14.56	72.76
Sodio como Na⁺⁺	mg/l	5.82	7.41	25.37	17.47	266.75	78.13	65.52	20.20	14.56	59.70	12.01	57.63
Conductividad	uS/cm	126.50	145.00	218.00	243.00	1612.00	513.00	471.00	124.30	177.00	426.00	107.50	187.90
Nitratos como NO₃⁻	mg/l	0.01	0.01	0.02	0.01	0.11	0.08	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
PH	unidad de ph	8.05	8.91	8.17	8.44	8.82	8.48	8.48	9.34	9.24	6.53	7.93	7.93
Sulfatos como SO₄⁼	mg/l	11.00	2.00	6.16	4.00	1125.00	12.00	25.14	11.00	4.20	16.20	4.00	21.00
Magnesio como Mg⁺⁺	mg/l	1.02	1.50	2.50	3.14	34.20	11.25	9.93	2.28	2.20	9.12	2.20	4.20
Temperatura	°C	12.40	12.40	12.40	12.50	12.40	12.40	12.43	12.40	12.50	12.50	12.40	12.40
SAR		1.95	2.12	6.60	4.27	38.34	16.76	14.06	7.63	4.48	13.56	4.89	19.16
Clasificación		C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C3-S4	C2-S2	C2-S2	C1-S1	C1-S1	C2-S2	C1-S1	C1-S3
Calidad		Apta	Apta	Apta	Apta	No apta	Apta	Apta	Apta	Apta	Apta	Apta	Apta

Fuente: Elaboración Propia

V. CAPITULO CONCLUSIONES

Como resultado final del presente trabajo de Evaluación de la Calidad de Agua Para Fines de Riego en la Sub-Cuenca Salado de la Cuenca Alto Apurímac, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

Se ha logrado identificar un total de 12 puntos de donde se tomaron las muestras en los ríos de la sub cuenca Salado para el análisis de calidad de agua para fines de riego.

La calidad de las aguas de los ríos de la sub cuenca Salado tienen las siguientes características:

- a) Color: tiene como parámetro de aceptación es (Incoloro).
- b) El olor y sabor: como resultados se tiene (Inodoro e Insípido).
- c) Potencial Hidrogeno (pH): valores que fluctúan entre (6.53 a 9.34 unidades), el 8.33% del total de las muestras estas fuera de los estándares de calidad ambiental que representa a aguas ligeramente alcalinas.
- d) La Temperatura: valores que fluctúan entre (12.40°C a 12.50°C), que representa a aguas de clasificación (regular).
- e) La Conductividad Eléctrica: valores que fluctúan entre (107.50 a 1612 uS/cm), corresponden a aguas de mediana a alta mineralización.
- f) La Alcalinidad: tiene valores que fluctúan entre (38.63 a 110.32 mg/l), que se encuentra dentro de los parametros.
- g) Los Cloruros: tiene valores que fluctúan entre (7.28 a 336.80 mg/l).
- h) Los Sulfatos: tiene valores que fluctúan entre (2 a 1125 mg/l).
- i) Los Nitratos: tiene como resultado (0.01 a 0.11 mg/l).
- j) El Calcio: tiene valores que fluctúan entre (9.86 a 62.62 mg/l).
- k) Magnesio: tiene valores que fluctúan entre (1.02 a 34.20 mg/l).
- l) Los Coliformes Totales y Coliformes Fecales como indicadores de contaminación, según la tabla de NMP/100ml se ha encontrado: los Coliformes totales el 50 % están dentro del limite Ideal, el 50 % se encuentran dentro del límite Aceptable. Para los Coliformes Fecales

el 16.67 % están dentro del límite Ideal, el 75 % se encuentran dentro del límite Aceptable y el 8.33% dentro de los LMP.

De acuerdo al decreto supremo 002-2008 del ministerio del ambiente, estándares nacionales de calidadde agua ambiental para agua categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, comprueba que de las 12 muestras 11 son aptas para riego y 1 no es apta para riego, según los parámetros encontrados en cada muestra, como se mencionó anteriormente en general se puede establecer que es buena para el fin; sin embargo la muestra 5 tiene unos parámetros elevados que hacen que no sea apta para riego.

VI. CAPITULO RECOMENDACIONES

Para mitigar el deterioro de los recursos naturales y contaminación de las aguas de la sub cuenca Salado, se debe empezar conformando una comisión multisectorial presidida por la Gerencia de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Regional y los diferentes sectores involucrados, con el fin de proponer medidas correctivas a corto plazo, así como la elaboración de proyectos que permitan el tratamiento de las descargas producidas por la minería.

Coordinaciones con los Alcaldes y otras autoridades que tienen responsabilidad con el medio ambiente, para implementar un proyecto de sensibilización, especialmente en los aspectos de normatividad, manejo de recursos naturales y conservación del medio ambiente, de tal forma tomen conciencia y sean vigilantes y defensores de su medio ambiente y uso adecuado y racional de sus recursos naturales.

Evaluar con más detalle la composición química incluyendo los parámetros biológicos de los recursos hídricos de la sub - cuenca Salado.

Se sugiere la instalación y mejora de las redes de alcantarillado de las ciudades que se ubica en la sub cuenca Salado, y el tratamiento de sus aguas servidas domésticos, a través de sistemas de tratamiento (lodos activados, lagunas de oxidación, wetlands, entre otros), en cuyas plantas es necesario implementar la reducción de metales pesados, cuyas características son acumulables en el organismo.

Las entidades pertinentes como la CONAM, DIGESA, Ministerio de Ambiente y Ministerio de Energía y Minas, Consejo Ambiental Regional deberían exigir el cumplimiento del PAMA del centro minero, y otros; así como también realizar inversiones en los pasivos de minas abandonadas para controlar los respectivos efluentes.

Se recomienda a las entidades pertinentes, hacer cumplir la Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM, del 10 de enero del 1996, donde se

aprueba los niveles máximos permisibles para efluentes líquido minero-metalúrgicos, donde contempla los valores máximos de emisión para las unidades mineras en operación o que reinicien operaciones, frecuencia de muestreo y presentación de reporte, donde incluye frecuencia de análisis de muestreo y resultados analíticos, para diferentes parámetros en forma semanal, mensual, trimestral y semestral

Se recomienda trabajar en la educación ambiental, puesto que no se aprecia la participación ciudadana, en la protección de la calidad ambiental en la sub cuenca Salado. Es necesario, tener en cuenta que los residuos sólidos o líquidos, los generan los habitantes de la sub cuenca y que esta población debe tener conocimiento pleno de los resultados de la generación de residuos; los ciudadanos, como actores directos, deben participar en la solución del problema.

Se recomienda de acuerdo a los alcances del Estudio, incluir la formulación de programas y proyectos de carácter productivo, a fin de lograr la recuperación ambiental de la sub cuenca Salado.

VII. CAPITULO REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Boletín. “Cartilla Educativa Agua y Residuos Sólidos”, edición: Mariella Laos, Diseño y Impresión: Remar Impresiones; Sociedad Peruana de Desarrollo Ambiental, marzo del 2007. www.spda.org.pe: 17 Págs.
2. Brooks, KN; Gregersen, H; Thames, J. (1991). Hydrology and the management of watershed Iowa, USA. 392 Págs.
3. Benítez Castro, Carlos, “Sistemas Hidráulicos de Riego”, diseño y construcción, editorial UNSA, Arequipa – Perú, 2002.
4. Chávez M. “Contaminación del Agua”. Programa de Máster en Ingeniería Civil, Universidad de Piura-Perú. Año 1996.
5. Colon, E. (2003). Gobernabilidad eficaz del agua; acciones conjuntas en Centroamérica. Global Wáter Partnership de Centroamérica. 36 Págs.
6. Córdoba Níñez, A. (2002). Calidad del agua y su relación con los usos actuales de suelo en la subcuenca del rio Jucuapa. Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag Sc. Turrialba, CR, CATIE. 120 Págs.
7. DIGESA. “Grupo de Estudios Técnico ambiental” (GESTA AGUA), Lima-Perú año 2000.
8. Joseph Moses Juran Quality Control Handbook, New York, New York: McGraw-Hill, 1951 DEFINICIOND DE CALIDAD.
9. Fassaert, C. (2000). Diagnostico participativo con enfoque de genero agroforestería en las Américas. 7 (25) Págs. 25-30
10. Faustino, J. (1996). Criterios para la clasificación de los problemas y soluciones en la conservación de suelos y agua. CATIE, Turrialba. 60pag.
11. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). Manual sobre comunicación en materia de agua, medio ambiente y saneamiento, Serie Directrices técnicas sobre agua, medio ambiente y saneamiento – Núm. 7, NY, Estados Unidos de América, 1999.
12. Ley N° 29338, ley de recursos hídricos, artículo 1.
13. Guillen Zelaya, RI. (2002). Modelación del uso de la tierra para orientar al ordenamiento territorial en la sub cuenca del Rio Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 90 Págs.

14. Leal J. y Rodríguez F. E. "Guía para la evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo local", editorial centro de Bartolomé de las casas, Cusco-Perú, (1998).
15. Magrath, P; Compton, J; Ofosu, A; Motte, F. (1997). Cost-benefit analysis of client participation in agricultural research: A case study from Ghana. Agren. Network paper no. 74 Págs. 19-36.
16. Mendoza, M. (1996). Impacto de la tierra, en la calidad del agua de la microcuenca rio Salados. Cuenca del rio San José. Turrialba, CR, CATIE. 81 Págs.
17. Ministerio de Energía y Minas. 1993. "Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos". Decreto Supremo No. 046-93-EM, 10 de noviembre, 1993, Lima, Perú.
18. Mitchell, M. Stapp, W; Bixby, K. (1991). Manual de campo de proyecto del rio. Una guía para monitorear la calidad del agua en el rio Bravo. Segunda edición. México. 200 Págs.
19. Molina, J. (2002). "La importancia del recurso hídrico para la sociedad" y El Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP 2001).
20. Ongley, E. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Estados de la FAO riego y drenaje. Roma, Italia. FAO. 116 Págs.
21. Organización Mundial de la Salud (OMS).
 - "Guidelines for drinking water quality. Ginebra" en el año (1993).
 - Consideraciones sobre el programa medio Ambiente y salud en el Istmo Centroamericano San José, CR. 50 Págs. (1999).
 - Guías para la calidad de agua potable. 3° Ed. Vol. 1, Recomendaciones. OMS, Ginebra. (2004).
22. Organización Panamericana de la Salud (OPS/CEPIS), "Tratamiento de Agua para Consumo Humano" Tomo I y II, editado en Lima-Perú en el año (2004).
23. Perdomo, Carlos "Calidad del agua y su relación con la agricultura", Uruguay, año 2002.
24. L. Cieza L., compendio del curso de riego 1 universidad nacional del altiplano facultad de ingeniería agrícola.

25. Randulovich, R. (1997). Sostenibilidad en el uso del agua en América Latina Revista Forestal Centroamericana 18 Págs. 15-20.
26. Repetto, R. (1990). Deforestation i the tropics. Scientific American, EUA. V, 262 (4) Págs. 36-42.
27. Rojas Ricardo, OMS/OPS/SDE/CEPIS-SB. "Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano", (2005).
28. Romero R. J. A. "Calidad de agua" segunda edición, editorial escuela colombiana de ingeniería, alfaomega S.A., impreso en México D.F. (1999).
29. Sagardoy, J. (1994). Irrigation management transfer, selected paper. FAO. Roma, IT. 499 Págs.
30. Sanfeliú, M. (2001). Determinación de la calidad del agua de consumo humano de las familias rurales: estudio socioeconómico. Fundación salvadoreña para el desarrollo Económico y Social (FUSADES). San Salvador. El Salvador. 40 Págs.
31. Solsana, F. "Guía para elaborar normas de calidad de agua de bebida en los países en desarrollo", CEPIS/OPS Lima-Perú (2002).
32. Universidad Nacional Agraria la Molina y PASSIM Educativa S.A.C. "Curso de Análisis de Agua, Suelos Agrícolas, Fertiriego, Hdroponia y Calidad de Alimentos", Lima-Perú., 2004.
33. Vallejos Villalobos C. M. Carla: "Las Aguas Subterráneas en el Altiplano de Puno-Perú", en el año (2001).
34. Vidal, M; López, A. Santoalla, M; Valles, V. (2000). Factor analyses for the wáter resources contamination due to the use hte livestock slurries as fertilizers agricultural water managerment. 45 Págs.
35. Villegas, J. (1995). Evaluación de la calidad de agua en la Cuenca del Rio Reventado, Cartago, Costa Rica, Bajo el enfoque de indicadores de sostenibilidad. Turrialba, CR. CATIE. 118 Págs.
36. Wagner, (1996); Shillings y Libra (2000). Contaminación causas y efectos México. D F. Ediciones Garnika. 424 Págs.
37. Walter J. Weber, JR, W. J. Weber, Jack A. (2003). Control de calidad del Agua/Water Quality Control: Procesos Fisicoquímicos. Editorial Reverté. 684 Págs.
38. C. Sánchez R. (2005), Sistema de Riego "uso, manejo e instalación"

39. Gallego, M. (2000). El agua, vehículo de contaminación, página electrónica en (línea) Turrialba, Costa Rica. Consultado agosto del 2009 www.badad.com/no01/agua.html.
40. Ramakrishna, B. (1997). Estrategias de Extensión para el manejo integrado de Cuencas Hidrográficas: Conceptos y Experiencias: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Serie investigación y educación en desarrollo sostenible. San José, CR. 338 Págs.

Adicional y/o Complementario:

www.sodis.ch

www.cepis.ops-oms.org

www.cofepris.gob.mx

www.epa.gov/safewater/agua/estandares.html

www.spda.org.pe

www.undp.org/water

www.hesperian.org

ANEXOS

ANEXO-A

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía N° 01: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el rio Ocoruro.



Fotografía N° 02: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el rio Ocoruro.



Fotografía N° 03: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el río Ocoruro.



Fotografía N° 04: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el río Ocoruro.



Fotografía N° 05: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el rio Ocoruro.



Fotografía N° 06: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el rio Ocoruro.



Fotografía N° 07: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el río Ocoruro.



Fotografía N° 08: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el río Ocoruro.



Fotografía N° 09: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el río Ocoruro.



Fotografía N° 10: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el río Ocoruro.



Fotografía N° 11: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el río Ocoruro.



Fotografía N° 12: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el río Ocoruro.



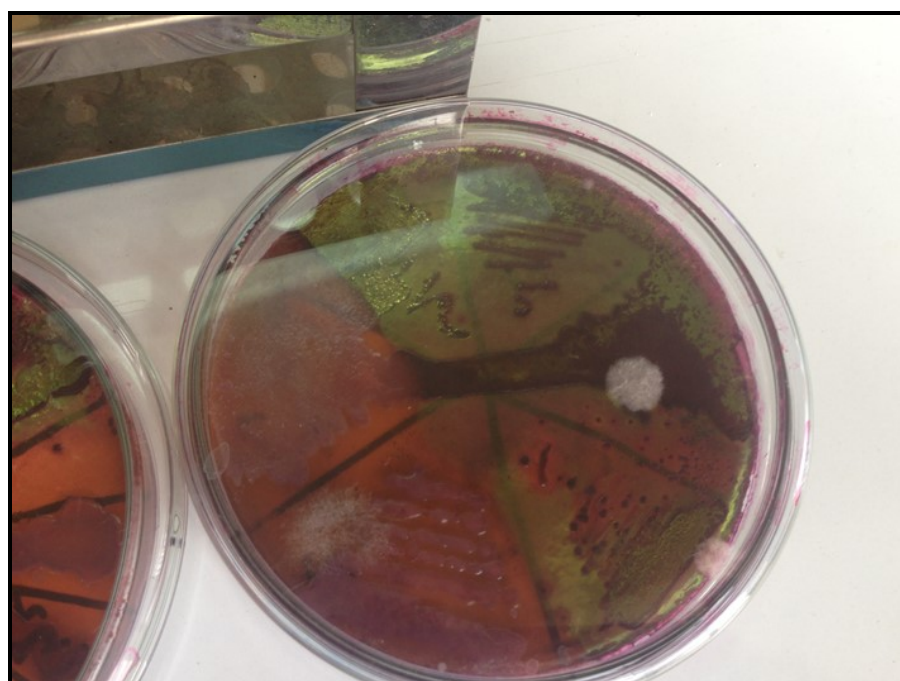
Fotografía N° 13: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el rio Ocoruro.



Fotografía N° 14: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el rio Ocoruro.



Fotografía N° 15: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el río Ocoruro.



Fotografía N° 16: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el río Ocoruro.



Fotografía N° 17: Se está realizando la toma de muestra en envases de vidrio en el río Ocoruro.

ANEXO-B

CUADROS DE RESULTADOS



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de río 1
Río Chaquimayo, distrito de Ocoruro Espinar
Cusco.

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa
REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua
para fines de riego en la sub cuenca salado de la
cuenca alto Apurimac

ANALISIS SOLICITADO : Bacteriológico
FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes Negativo

NMP Coliformes totales 23 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de río analizada, presenta reducida cantidad de bacterias coliformes totales,

Observación. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015



Dr. Mg. MYZ Alberto Ccama Sullea
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de río 2
 Rio Ocoruro, distrito de Ocoruro, Espinar Cusco

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa
 REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua para fines de riego en la sub cuenca salado de la cuenca alto Apurimac

ANÁLISIS SOLICITADO : Bacteriológico
 FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes Negativo

NMP Coliformes totales 120 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de río analizada, presenta cantidad moderada de bacterias coliformes totales.

Observacion. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015



Dr. Mg. MVZ Alberto Ccama Sullca
 Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de rio 3
Río Salado, distrito de Pallpata Espinar Cusco.

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa

REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua para fines de riego en la sub cuenca salado de la cuenca alto Apurimac

ANALISIS SOLICITADO : Bacteriológico

FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes 39 NMP/100 ml

NMP Coliformes totales 64 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de rio analizada, presenta moderada cantidad de bacterias coliformes termotolerantes y totales.

Observacion. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015



Dr. Mg. MVZ Alberto Ccama Sullca
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootenia



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de río 4
Río Pallpatamayo, distrito de Pallpata, Espinar
Cusco.

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa

REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua
para fines de riego en la sub cuenca salado de la
cuenca alto Apurimac

ANÁLISIS SOLICITADO : Bacteriológico

FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes 120 NMP/100 ml

NMP Coliformes totales 150 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de río analizada, presenta moderada cantidad de bacterias coliformes termotolerantes y totales.

Observación. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015



Dr. Mg. MVZ Alberto Ccama Sulca
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de río 5
Río Salado, distrito de Pallpata, Espinar Cusco.

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa
REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua para fines de riego en la sub cuenca salado de la cuenca alto Apurimac

ANÁLISIS SOLICITADO : Bacteriológico
FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes 64 NMP/100 ml
NMP Coliformes totales 120 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de río analizada, presenta reducida cantidad de bacterias coliformes totales, considerándose que es necesario mejorar el tratamiento y evitar la contaminación del agua, dependiendo del uso que se dé al agua.

Observacion. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015



Dr. Mg. MVZ Alberto Ccama Sulca
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de río 6
Río Challuta, distrito de Alto Pichigua, Espinar
Cusco.

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa
REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua
para fines de riego en la sub cuenca salado de la
cuenca alto Apurimac

ANÁLISIS SOLICITADO : Bacteriológico
FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes 75 NMP/100 ml

NMP Coliformes totales 150 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de río analizada, presenta moderada cantidad de bacterias coliformes termotolerantes y totales.

Observación. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015




.....
Dr. Mg. MVZ Alberto Ccama Sullca
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de río 7
Río Salado, distrito de Alto Pichigua, Espinar
Cusco.

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa

REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua
para fines de riego en la sub cuenca salado de la
cuenca alto Apurimac

ANÁLISIS SOLICITADO : Bacteriológico

FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes 75 NMP/100 ml

NMP Coliformes totales 120 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de río analizada, presenta moderada cantidad de bacterias coliformes termotolerantes y totales.

Observación. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015




Dr. Mg. MVZ Alberto Ccama Sullca
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de río 8
Río Cañipia, distrito de Yauri, Espinar Cusco.

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa
REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua para fines de riego en la sub cuenca salado de la cuenca alto Apurimac

ANÁLISIS SOLICITADO : Bacteriológico
FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes 23 NMP/100 ml
NMP Coliformes totales 64 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de río analizada, presenta reducida cantidad de bacterias coliformes totales, considerándose que es necesario mejorar el tratamiento y evitar la contaminación del agua, dependiendo del uso que se dé al agua.

Observación. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015




Dr. Mg. MVZ Alberto Ccama Sullca
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de rio 9
Rio Cañipia, distrito de Yauri, Espinar Cusco.

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa
REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua para fines de riego en la sub cuenca salado de la cuenca alto Apurimac

ANALISIS SOLICITADO : Bacteriológico
FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes 15 NMP/100 ml
NMP Coliformes totales 75 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de rio analizada, presenta moderada cantidad de bacterias coliformes termotolerantes y totales.

Observacion. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015




Dr. Mg. MVZ Alberto Ccama Sullca
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de rio 10
Río Salado, distrito de Pichigua, Espinar Cusco.

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa
REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua para fines de riego en la sub cuenca salado de la cuenca alto Apurimac

ANALISIS SOLICITADO : Bacteriológico
FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes 28 NMP/100 ml

NMP Coliformes totales 120 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de rio analizada, presenta moderada cantidad de bacterias coliformes termotolerantes y totales.

Observacion. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015



Alberto Ccama Sullca
Dr. Mg. MVZ Alberto Ccama Sullca
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de rio 11
Rio Apurimac, distrito de Yauri, Espinar Cusco.

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa

REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua para fines de riego en la sub cuenca salado de la cuenca alto Apurimac

ANALISIS SOLICITADO : Bacteriológico

FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes 21 NMP/100ml

NMP Coliformes totales 63 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de rio analizada, presenta moderada cantidad de bacterias coliformes termotolerantes y totales.

Observacion. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015



Dr. Mg. MVZ Alberto Ccama Sulca
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA : Agua de rio 12
Rio Apurimac, distrito de Pichigua, Espinar
Cusco.

SOLICITANTE : Bach. Daniel Marin Tunquipa
REFERENCIA : Trabajo de tesis Evaluación de la calidad de agua
para fines de riego en la sub cuenca salado de la
cuenca alto Apurimac

ANALISIS SOLICITADO : Bacteriológico
FECHA DE ANÁLISIS : 16 de enero del 2015

RESULTADOS

NMP Coliformes termotolerantes 20 NMP/100 ml
NMP Coliformes totales 43 NMP/100 ml

Conclusión La muestra de agua de rio analizada, presenta moderada cantidad de bacterias coliformes termotolerantes y totales.

Observacion. La muestra fue recepcionada en el laboratorio

Puno, 22 de enero del 2015




Dr. Mg. MVZ Alberto Ccama Sulca
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N° 0182
 IQ-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: CHAQUIMAYO / P-01
PROCEDENCIA : DISTRITO OCORURO, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARIN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 18/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquida
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO EN LABORATORIO	EN	LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	63,63		375	
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	16,85		200	
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	7,28		100-700	
Conductividad	uS/cm	126,50		<2000	
Nitratos como NO ₃ ⁻	mg/L	0,01		10,00	
pH	Unid. de pH	7,70		6,5-8,5	
Sulfatos como SO ₄ ⁼	mg/L	11,00		300	
Magnesio como Mg ^{**}	mg/L	1,02		150	

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- 1.- Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.

Puno, C:U.26 de Enero del 2015

Vºbº



D. Edwin G. Boza Condorena
 DECANO F.I.Q.
 UNA - PUNO



GERMÁN QUILLE CALIZAYA
 Jefe Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



IQ-2015 N°0183

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: OCORURO / P-02
PROCEDENCIA : DISTRITO OCORURO, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARIN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 13/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICOS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO EN LABORATORIO	LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	69,21		375
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	22,97		200
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	9,10		100-700
Conductividad	uS/cm	145,00		<2000
Nitratos como NO ₃ ⁻	mg/L	0,01		10,00
pH	Unid. de pH	8,05		6,5-8,5
Sulfatos como SO ₄ ⁻	mg/L	2,00		300
Magnesio como Mg ⁺⁺	mg/L	1,50		150

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- 1.-Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.,

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.

Puno, .C:U. 26 de Enero del 2015

V^ob^a



Dr. Edwin G. Boza Condorena
 DECANO F.I.Q.
 UNA - PUNO



ING. BERMAN QUILLE CALIZAYA
 Jefe Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N0184

10-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: SALADO/ P-03
PROCEDENCIA : DISTRITO PALLPATA, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARÍN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 13/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO EN LABORATORIO	EN	LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	61,36			375
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	27,07			200
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	30,94			100-700
Conductividad	uS/cm	218,00			2000
Nitratos como NO ₃	mg/L	0,02			10,00
pH	Unid. de pH	8,91			6,5-8,5
Sulfatos como SO ₄ ⁻²	mg/L	6,16			300
Magnesio como Mg ⁺⁺	mg/L	2,50			150

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- Las características fisicoquímicas son normales.
- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.

Puno, C:U. 26 de Enero del 2015

V^ob^o



[Signature]
 Dr. Edwin G. Boza Condorena
 DECANO I.Q.
 UNA - PUNO



[Signature]
 GERMAN QUILLE CALIZAYA
 Laboratorio Químico
 Laboratorio Control de Calidad
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N° 0185

10-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: PALLPATAMAYO /P-04
PROCEDENCIA : DISTRITO PALLPATA, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARÍN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 13/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO EN LABORATORIO	LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	71,48	375	
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	30,40	200	
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	21,84	100-700	
Conductividad	uS/cm	243,00	<2000	
Nitratos como NO ₃ ⁻	mg/L	0,01	10,00	
pH	Unid. de pH	8,17	6,5-8,5	
Sulfatos como SO ₄ ⁻²	mg/L	4,00	300	
Magnesio como Mg ⁺⁺	mg/L	3,14	150	

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- 1.- Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.

Puno, .C:U. 26 de Enero del 2015

Vºbº



D. Edwin G. Boza Condorena
 DECANO F.I.Q.
 UNA - PUNO



ING. GERMAN QUILLE CALIZAYA
 Jefe Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº186

10-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: SALADO /P-05
PROCEDENCIA : DISTRITO PALLPATA, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARÍN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 13/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO EN LABORATORIO	EN	LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	110,32			375
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	62,62			200
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	336,80			100-700
Conductividad	uS/cm	1612,00			<2000
Nitratos como NO ₃ ⁻	mg/L	0,11			10,00
pH	Unid. de pH	8,44			6,5-8,5
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	mg/L	1125,00			300
Magnesio como Mg ⁺⁺	mg/L	34,20			150

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- 1.- Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.

Puno, .C:U. 26 de Enero del 2015

V^ob^o



D. Edwin G. Boza Condorena
 DECANO F. I. Q.
 UNA - PUNO



Germán Quille Salizaya
 JEFE LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N0187

IQ-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: CHALLUTA /P-06
PROCEDENCIA : DISTRITO ALTO PICHIG, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARÍN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 13/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO EN LABORATORIO	LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	72,31		375
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	32,22		200
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	96,46		100-700
Conductividad	uS/cm	513,00		<2000
Nitratos como NO ₃	mg/L	0,08		10,00
pH	Unid. de pH	8,82		6,5-8,5
Sulfatos como SO ₄ ⁻²	mg/L	12,00		300
Magnesio como Mg ⁺⁺	mg/L	11,25		150

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- 1.-Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.,

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.

Puno, C:U. 26 de Enero del 2015

V^{ta}



Dr. Edwin G. Boza Condorena
 DECANO F.I.Q.
 UNA - PUNO



SERMAN QUILLES CALIZAYA
 Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N° 0188

10-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: SALADO /P-07
PROCEDENCIA : DISTRITO ALTO PICHIG, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARÍN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 13/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO EN LABORATORIO	EN	LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	71,48			375
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	33,49			200
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	81,90			100-700
Conductividad	uS/cm	471,00			<2000
Nitratos como NO ₃	mg/L	0,03			10,00
pH	Unid. de pH	8,48			6,5-8,5
Sulfatos como SO ₄ ⁻	mg/L	25,14			300
Magnesio como Mg ⁺⁺	mg/L	9,93			150

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- 1.- Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.

Puno, .C.U. 26 de Enero del 2015



Dr. Edwin G. Boza Condorena
 DECANO F.Q.
 UNA - PUNO



ING. GERMAN QUILLE CALIZAYA
 Jefe Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N° 0189
 10-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: CAÑIPIA /P-08
PROCEDENCIA : DISTRITO YAURI, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARÍN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 13/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICOS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO EN LABORATORIO	EN	LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	43,39			375
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	11,74			200
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	16,38			100-700
Conductividad	uS/cm	124,30			<2000
Nitratos como NO ₃ ⁻	mg/L	0,01			10,00
pH	Unid. de Ph	9,34			6,5-8,5
Sulfatos como SO ₄ ⁼	mg/L	11,00			300
Magnesio como Mg ^{**}	mg/L	2,28			150

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- 1.-Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.

Puno, C:U. 26 de Enero del 2015



[Signature]
 Dr. Edwin C. Boza Condorena
 DECANO F.I.Q.
 UNA - PUNO



[Signature]
 ING° GERMAN QUILLE CALIZAYA
 Jefe Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° 0190

10-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: CAÑIPIA /P-09
PROCEDENCIA : DISTRITO YAURI, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARÍN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 13/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO LABORATORIO	EN	LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	61,15			375
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	18,90			200
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	18,20			100-700
Conductividad	uS/cm	177,00			<2000
Nitratos como NO ₃ ⁻	mg/L	0,01			10,00
pH	Unid. de Ph	9,24			6,5-8,5
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	mg/L	4,20			300
Magnesio como Mg ⁺⁺	mg/L	2,20			150

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- 1.- Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.
 Puno, .C.U. 26 de Enero del 2015

Vºbº



Dra. Edwin G. Boza Condorena
 DECANO F.I.Q.
 UNA - PUNO



HERNÁN QUILLE CALZAYA
 Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N° 0191

LQ-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: SALADO /P-10
PROCEDENCIA : DISTRITO PICHIGUA, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARÍN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 13/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO EN LABORATORIO	EN	LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	79,95			375
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	29,62			200
Cloruros como Cl	mg/L	72,80			100-700
Conductividad	uS/cm	426,00			<2000
Nitratos como NO ₃	mg/L	0,02			10,00
pH	Unid. de Ph	6,53			6,5-8,5
Sulfatos como SO ₄ ⁻	mg/L	16,20			300
Magnesio como Mg ^{**}	mg/L	9,12			150

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- 1.- Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.

Puno, .C.U. 26 de Enero del 2015

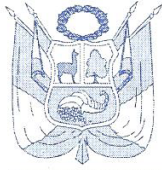
VºBº



Edwin G. Boza Condorena
 DECANO F.I.Q.
 UNA - PUNO



GERMAN QUILLE CALIZAYA
 Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº 0193

IQ-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: APURIMAC /P-11
PROCEDENCIA : DISTRITO YAURI, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARÍN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 13/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO LABORATORIO	EN LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	38,63		375
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	9,86		200
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	14,56		100-700
Conductividad	uS/cm	107,50		<2000
Nitratos como NO ₃ ⁻	mg/L	0,01		10,00
pH	Unid. de Ph	7,93		6,5-8,5
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	mg/L	4,00		300
Magnesio como Mg ⁺⁺	mg/L	2,20		150

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- 1.- Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.

Puno, .C:U. 26 de Enero del 2015

V^ob^o



Dr. Edyán G. Boza Condorena
 DECANO F.I.Q.
 UNA - PUNO



SR. HERMÁN QUILLE CALIZATA
 Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N° 0192

10-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA DE RIO: APURIMAC /P-12
PROCEDENCIA : DISTRITO PICHIGUA, PROVINCIA ESPINAR- CUSCO
PROYECTO : Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la Sub-cuenca salado de la cuenca Alto Apurimac
INTERESADO : DANIEL MARÍN TUNQUIPA
MOTIVO : Control de calidad para riego de vegetales
MUESTREO : 13/01/2015 por el interesado
ANÁLISIS : 13/01/2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICOS:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DETERMINADO EN LABORATORIO	EN	LIMITE PERMISIBLE (LMP)	MÁXIMO
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	47,72			375
Calcio como Ca ⁺⁺	mg/L	13,89			200
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	72,76			100-700
Conductividad	uS/cm	187,90			<2000
Nitratos como NO ₃	mg/L	0,01			10,00
pH	Unid. de Ph	7,93			6,5-8,5
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	mg/L	21,00			300
Magnesio como Mg ⁺⁺	mg/L	4,20			150

INTERPRETACION (Según Normas de la O.M.S.)

- 1.-Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.,

DICTAMEN

Según las normas establecidas por la ECA, D.S. Nro. 002-2008-MINAN-PERU, las muestras del agua analizada, SE encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto ES APTO para riego de vegetales y bebidas de animales.

Puno, C:U. 26 de Enero del 2015

Vºbº



D. G. Boza Condorena
 D. BOZA F. Q.
 UNA - PUNO



BERNARDINO CALZAYA
 JEFATURA
 Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO