

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**DETERMINACIÓN DE VALORES FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL MANANTIAL  
UNKUÑANI, SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE EN EL BARRIO ALTO  
HUASCAR PUNO 2020**

**PRESENTADO POR:  
PITER GAMAL CHOQUE MESTAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO-PERÚ**

**2021**

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL****TESIS****DETERMINACIÓN DE VALORES FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL MANANTIAL  
UNKUÑANI, SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE EN EL BARRIO ALTO  
HUASCAR PUNO 2020****PRESENTADO POR:****PITER GAMAL CHOQUE MESTAS****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:****INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE :



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO :



Mg. MARLENE CUSI MONTESINOS

SEGUNDO MIEMBRO :



Mg. JOSE ELADIO NUÑEZ QUIROGA

ASESOR DE TESIS :



Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

Área: Ciencias Naturales

Disciplina: Recursos del Agua

Especialidad: Aguas Subterráneas

Puno, 11 de febrero del 2021

### DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a todas esas poblaciones vulnerables que no tienen agua en sus hogares, a mis abuelos, Miguel Mestas Coila, Luisa Cruz Soto, mis padres Bernardina Mestas Cruz y Santos Choque Cahuana, quienes siempre estuvieron pendientes de mis logros y motivándome a lograr mis objetivos, con la única finalidad de servirle a mi país para lograr tener una vida saludable con justicia social de pan con libertad, para las futuras generaciones.

Piter G. Choque Mestas.

### AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos, a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de esta Universidad, quienes, con su vocación de servicio para formar ciudadanos con principios, valores, ética y moral, nos supieron orientar y motivar para seguir siempre adelante frente a toda adversidad.
- A la Pachamama que me dio salud, fuerzas y fe.
- A mi familia por ayudarme en mis momentos críticos de mi vida.
- A mi asesora MG. E. Anani Durand Goyzueta; por compartir todos sus conocimientos que me permitieron llegar al epílogo de esta tesis.
- A todas a aquellas personas de una u otra manera me apoyaron en la realización de mi trabajo de investigación.

Piter G. Choque Mestas.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
INDICE DE ANEXOS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	1

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. Planteamiento del problema</b>	2
<b>1.2. Antecedentes</b>	3
1.2.1. Internacionales	3
1.2.2. Nacional	4
1.2.3. Local	6
<b>1.3. Objetivos</b>	7
1.3.1. Objetivo general	7
1.3.2. Objetivos específicos	7

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. Marco teórico</b>	8
2.1.1. Calidad del agua	8
2.1.2. Características físico químicas	9
<b>2.2. Marco conceptual</b>	13
<b>2.3. Hipótesis</b>	14
2.3.1. Hipótesis general	14
2.3.2. Hipótesis específicas	14

**CAPÍTULO III****METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>3.1. Zona de estudio</b>	15
<b>3.2. Población</b>	16
<b>3.2.1 Tamaño de muestra</b>	16
<b>3.3. Métodos y técnicas</b>	17
<b>3.3.1 Fase de campo</b>	17
<b>3.4. Identificación de variables</b>	18
<b>3.5. Método o diseño estadístico</b>	18

**CAPÍTULO IV****EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

<b>4.1. VALORES FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL AGUA DEL MANANTIAL UNKUÑANI</b>	19
<b>4.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS VALORES FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL AGUA DEL MANANTIAL UNKUÑANI, SEGÚN LOS VALORES ACEPTADOS POR LA NORMATIVA VIGENTE.</b>	21
4.2.1. Análisis del parámetro Color	21
4.2.2. Análisis del parámetro Turbiedad	22
4.2.3. Análisis del parámetro Temperatura en Laboratorio	23
4.2.4. Análisis del parámetro PH	25
4.2.5. Análisis del parámetro Conductividad	26
4.2.6. Análisis del parámetro total de sólidos disueltos TDS	27
4.2.7. Análisis del parámetro Dureza Total Como CaCO <sub>3</sub>	28
4.2.8. Análisis del parámetro Alcalinidad Total como CaCO <sub>3</sub>	29
4.2.9. Análisis del parámetro cloruros	30
4.2.10. Análisis del parámetro Sulfatos como SO <sub>4</sub>	32
4.2.11. Análisis del parámetro Cloro residual libre	33
<b>4.3. PRUEBAS DE HIPÓTESIS</b>	34
CONCLUSIONES	35
RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS	43

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Valores físicos y químicos del agua del Manantial Unkuñani	20
Tabla 2: Prueba T-Student de diferencias de medias	21
Tabla 3: Resumen del cumplimiento de los ECA para agua	34
Tabla 4: Contrastación de hipótesis estadísticas	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1: Ubicación geográfica de los puntos de muestreo	15
Figura 2: Barrio Alto Huascar, población beneficiaria	16
Figura 3: Resultados de color del agua del manatila Unkuñani	22
Figura 4: Resultados de turbiedad del agua del manantial Unkuñani	23
Figura 5: Resultados de Temperatura del agua del manantial Unkuñani	24
Figura 6: Resultados de PH del agua del manantial Unkuñani	25
Figura 7: Resultados de Conductividad del agua del manantial Unkuñani	27
Figura 8: Resultados de Total de Sólidos Disueltos del agua del manantial Unkuñani	28
Figura 9: Resultados del total de la Dureza Total del agua del manantial Unkuñani	29
Figura 10: Resultados de Alcalinidad del agua del manantial Unkuñani	30
Figura 11: Resultados de cloruros del agua del manantial Unkuñani	31
Figura 12: resultados de sulfatos del manantial Unkuñani	32
Figura 13: Resultados de cloro residual libre del manantial Unkuñani	33
Figura 14: Toma y medición muestra F-UNKU-1 punto de captación	55
Figura 15: Llenado y rotulado de la muestra F-UNKU-1	55
Figura 16: Toma y medición muestra F-UNKU-2 punto de recepción final del agua	56
Figura 17: Llenado y rotulado de muestra F-UNKU-2 punto de recepción final del agua	56
Figura 18: Muestras listas para el laboratorio	57
Figura 19: Serafin E. Flores Ramos Presidente del JASS del barrio Alto Huascar	57



## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM	43
Anexo 2: Resultados del laboratorio DIRESA-PUNO	53
Anexo 3: Imágenes toma y medición de muestras	55
Anexo 4: Autorización para la intervención en el manantial Unkuñani	58
Anexo 5: Pruebas estadísticas de hipótesis	61

## RESUMEN

La importancia de conocer los valores físicos y químicos de un manantial nos pueden indicar la calidad del agua en función a los parámetros establecidos en la normativa vigente. Hoy en día la crisis del estrés hídrico provocado por las actividades antrópicas ha generado el incremento del calentamiento global poniendo en riesgo el desarrollo sostenible para las futuras generaciones. El trabajo de investigación se realizó en el manantial Unkuñani ubicado en el distrito de Puno, centro poblado de Yanamayo, manantial que abastece de agua a 45 familias del Barrio Alto Huascar, cuyos objetivos son, Evaluar la calidad de agua, Analizar los valores físicos y químicos, Comparar los valores físicos, químicos analizados, la metodología que se utilizó fue la toma de muestras en 2 puntos y el métodos de estadística descriptiva para presentar los datos mediante cuadros y gráficos, a las conclusiones que llegamos al analizar lo parámetros químicos en el manantial Unkumañi se han encontrado los siguientes valores, en el ph una medida de 7.185, dureza total  $\text{CaCO}_3$  una medida de 94.95 mg/l, alcalinidad total  $\text{CaCO}_3$  76.7 mg/l, total de sólidos disueltos 231.25 mg/l, cloruros 23.05 mg/l, sulfatos  $\text{SO}_4$  16.1 mg/l, en los parámetros físicos, color (0)pt/co, turbiedad 1.58 UNT, conductividad 253.6 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), temperatura 13.1 °C, resultados que nos indican un 91.67% de cumplimiento de los valores que establece la normativa vigente de los estándares de calidad ambiental para el agua, DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, los valores analizados están dentro de los parámetros establecidos y con un tratamiento de potabilización convencional de clorificación es apto para el uso humano.

**Palabras clave:** Hídrico, calentamiento global, sostenible, manantial, parámetros, valores.

### ABSTRACT

The importance of knowing the physicochemical characteristics can indicate the quality of the water based on the parameters established in the current regulations. Today the crisis of water stress caused by anthropic activities has generated an increase in global warming, putting sustainable development at risk for future generations. The research work was carried out at the Unkuñani spring located in the district of Puno, the town center of Yanamayo, a spring that supplies water to 45 families in the Barrio Alto Huascar, whose objectives are, Evaluate the quality of water, Analyze the physical values and Chemicals, Compare the physical and chemical values analyzed, the methodology used was the taking of samples in 2 points and the methods of descriptive statistics to present the data through tables and graphs, to the conclusions that we reached when analyzing the chemical parameters in the Manatila unkumafii the following values have been found, in the pH a measure of 7.185, total hardness CaCO<sub>3</sub> a measure of 94.95 mg / l, total alkalinity CaCO<sub>3</sub> 76.7 mg / l, total dissolved solids 231.25 mg / l, chlorides 23.05 mg / l, sulfates SO<sub>4</sub> 16.1 mg / l, in the physical parameters, color (0) pt / co, turbidity 1.58 NTU, conductivity 253.6 (μS / cm), temperature 13.1 ° C, results that indicate 91.67% cum specification of the values established by current regulations of environmental quality standards for water, SUPREME DECRET N ° 004-2017-MINAM, the values analyzed are within the established parameters and are suitable for human use.

**Key words:** Water, global warming, sustainable, spring, parameters, values.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años el Perú ha perdido el 51 % de los glaciares que existe en nuestro país, esto provocado por el incremento del calentamiento global generando efectos negativos en los ecosistemas y aguas subterráneas (ANA), esto podría alterar los parámetros físico y químicos en los manantiales, a futuro los problemas sanitarios podrían empeorar por no hacer un buen monitoreo de los manantiales que para muchas familias sirven como fuente de consumo directo durante años, pero el incremento de la población en la región Puno ha incrementado en los últimos años, somos 1,173 millones de habitantes en la región Puno y la primera región del Perú en consumir agua subterránea con un 35% equivalente a (136 mil 746) consumidores (INEI, CENSO 2017) El estudio para determinar los valores físico-químicos del manantial de Unkuñani se da por la necesidad de tener información base, real, precisa para evaluar y determinar el estado actual de la calidad de agua en el manantial. Se realizó la evaluación de la calidad de agua subterránea para fines de consumo humano con la finalidad de determinar las características, físicas y químicas del agua en el punto de captación Unkuñani ubicado en el distrito de Puno centro poblado de Yanamayo.

En el manantial Unkuñani no se encontró una infraestructura adecuada que pueda darle mejor protección al cuerpo de agua subterránea, para garantizar la calidad del agua que consumen las 45 familias beneficiarias del Barrio Alto Huascar.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

En pleno siglo XXI la población demográfica ha incrementado exponencialmente en el mundo, en nuestro país y en nuestra región, siendo así una necesidad de prioridad para el hombre, sin embargo, el cambio climático y el incremento de la temperatura ha provocado que el recurso agua en los manantiales estén en peligro de desaparecer, fuente principal de agua para las familias en la región Puno. (GORE-PUNO diagnóstico ambiental regional (DAR) 2012)

En la ciudad de Puno existen algunos manantiales naturales donde hacen uso del agua para consumo humano, y específicamente en el Barrio Alto Huascar de la ciudad de Puno donde consumen agua de un manantial, es por ello que es necesario realizar un análisis físicos, químico ya que no existe mucha información sobre esos parámetros y estaría afectando a la salud de los vecinos del Barrio Alto Huascar.

#### FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

##### PROBLEMA GENERAL

¿Los parámetros físicos y químicos del manantial de Unkuñani del Barrio Alto Huascar Puno cumplan con la norma DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM ?

##### PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Los parámetros físicos analizados en el agua del manantial Unkuñani del Barrio Alto Huascar Puno están de acuerdo a los estándares de calidad ambiental del DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM?

¿Los parámetros químicos analizados en el agua del manantial Unkuñani del Barrio Alto Huascar Puno están de acuerdo a los estándares de calidad ambiental del DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM?

## 1.2. ANTECEDENTES

### 1.2.1. Internacionales

De acuerdo a Di Martino (2014) en el estudio que realizó nos menciona que, dada la tendencia creciente de la población de la localidad de Monte Hermoso, es necesaria la planificación a mediano plazo de la construcción de nuevos pozos para captación de agua cruda. Deben localizarse en el área de dunas, en condiciones naturales, como en la que se emplazan los pozos de la Planta de Agua. La reserva de agua estimada es de 21Hm<sup>3</sup>. La misma permite cubrir la oferta de agua en aquellos años con escasa lluvia en donde el recurso generado por la recarga es inferior a la media anual. Es decir, la reserva debería poder asociarse o sumarse al recurso sólo ocasionalmente y para cubrir una demanda estacional en términos de una explotación racional del acuífero. Considerando una precipitación media anual de 669 mm, la lámina de recarga es de unos 234 mm, lo que equivale a un volumen de agua de 0,234 Hm<sup>3</sup> por cada Km<sup>2</sup>.

En el trabajo realizado por (Robles et al. 2013) y que en los resultados obtenidos bacteriológicos y fisicoquímicos se realizó un análisis discriminante y de los datos obtenidos de este análisis se formaron principalmente 2 funciones: la primera formada por los parámetros sólidos disueltos, dureza total y sulfatos, los cuales explicaron el 88.6% de la variación ( $p < 0,01$ ). La segunda función estuvo formada por alcalinidad, cloruros y coliformes fecales que explicaron el 5.1% de la variación ( $p < 0,01$ ). En total las dos funciones explicaron el 93.7% de la variación total con una  $p < 0,01$ .

Ávila & Estupiñán (2010) En el artículo científico concluyen que los valores de cloro residual libre se encontraron por debajo del valor mínimo permisible, esto evidencia que existen factores que están afectando los niveles de cloro residual libre que son la

dosificación del cloro, un valor de pH superior a 7.5, la presencia de puntos muertos en las redes, la existencia de tuberías muy antiguas o averiadas, presencia de limo o biopelícula dentro de la tubería, que traen como consecuencia que el valor de cloro residual tienda a cero y exista la posibilidad de proliferación de microorganismos que puedan poner en riesgo la salud de los usuarios.

Piqueras (2014) la calidad físico química del agua en los manantiales de los términos municipales de Benafer, Caudiel y Viver (Castellón) reportó rangos de pH 7.49 a 7.74, cloruros 8.90 a 12.30 mg/l, nitratos 39.30 a 42.40 mg/L, magnesio 3.00 a 29.50 mg/l, calcio 133.90 a 148.90 mg/l.

Zamora (2009), en su trabajo de investigación encontró que la concentración de dureza total de calcio es aceptable hasta los 180 ppm, como límite máximo, pero nos menciona que también, puede darse el caso de comunidades con concentraciones superiores a este rango.

### **1.2.2. NACIONAL**

Arias (2018), en los resultados que obtuvo nos menciona lo siguiente, los parámetros fisicoquímicas (Conductividad eléctrica, color verdadero, STD, temperatura, pH, OD, Cianuro, nitritos, nitrato, DBO5, fosfato, cloruros, dureza y flúor) del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, nos menciona que se encuentran dentro del rango adecuado, pero la turbidez presenta un valor de 7 UNT que es mayor a 5 NTU lo que indica que sobrepasa LMP (DS 031 – 2010 – SA) y los ECAs (DS 004 – 2017 – MINAM), estos indica que ese debe de implementar un sistema de sedimentación adecuado para reducir la turbidez ya que a esas condiciones no es recomendable clorar el agua, ni consumir directamente.

Zegarra (2016), En el estudio realizado demuestra que los cloruros presentan un máximo valor de 39 mg/l en el mes de febrero y el valor mínimo es de 20 mg/l. según este parámetro el agua es apta para consumo humano con tratamiento simple ya que presenta un contenido por debajo del límite establecido.

Espitia (2019), en los resultados que obtuvo nos dice que la cloración residual es deficiente (se hallaron muestras fuera de rango aceptado), por lo que se considera el agua de la urbanización inadecuadamente clorada, siendo poco apta, lo que acarrearía potencialmente problemas de salud, ya sea por exceso o deficiencia de cloro. Se observa claramente de acuerdo a los análisis que el 50% de las muestras se hallan por fuera del rango de LMP. De acuerdo al Artículo 66° de la norma DIGESA (2011) al control de desinfectante (Cloro Libre Residual): las muestras tomadas en cualquier punto de la red de distribución, no deberán contener menos de 0.5 mgL<sup>-1</sup> de cloro residual libre en el noventa por ciento (90%) del total de muestras tomadas. Del diez por ciento (10%) restante, ninguna debe contener menos de 0.3 mgL

Calla y Castrejón (2020), en su tesis demostraron que en el centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 169.47  $\mu$ S/cm en conductividad, con una desviación estándar de 43.95  $\mu$ S/cm y un Coeficiente de variación de 25.93 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de conductividad, son homogéneos.

Mendoza (2018), nos menciona que los resultados sobre las concentraciones de fosfatos (>1,0 mg/L) y arsénico (>0,1 mg/L) fueron los únicos parámetros que registraron valores por encima del ECA para agua (2008 y 2017 respectivamente). El diagnóstico de las aguas superficiales en Sacsamarca resulta positivo, sin embargo, la presencia de fosfatos mayores a 1 mg/L en casi todas las estaciones de monitoreo durante la segunda campaña (E1= 1,059; E2=3,0644; E3=0,6178; E4=8,8356; E5=1,3599; E6=1,5158; E7=1,7744; E8=1,1171 en mg/L) debe significar una alerta para las autoridades porque este parámetro es un indicador de eutrofización y contaminación de aguas.

Vázquez (2017), en su tesis nos dice que en el color se aprecia un valor <1 escala Pt/Co en todo el periodo y puntos de monitoreo; que al ser comparados estos valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – D.S N° 015 – 2015 - MINAM), Categoría A1, A2 y A3 y los Límites Máximos Permisibles (D.S N° 031-2010-SA-MINSA) se evidencia que en los puntos de muestreo y durante todo el periodo



de muestreo se encuentran por debajo de los valores presentados en las normas antes mencionadas.

### 1.2.3. LOCAL

Curo (2017), en su trabajo de investigación “calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata – Puno, 2016.” realizó el estudio donde indica que se ha identificado en su totalidad 73 pozos subterráneos con fines de consumo doméstico de las cuales 19 pozos subterráneos fueron seleccionados para efectuar el análisis de la calidad de agua y concluye que la aptitud del agua subterránea de la ciudad de Puno es buena para este fin, pero se ve afectado por la contaminación biológica con bacterias y en la parte física por sólidos, algas y material orgánica en algunos pozos.

La Empresa Municipal de Saneamiento Basico Puno (EMSA 2012), reporta el: río Totorani con cloruro 9.69 mg/L, nitrato con 3.1 mg/L, pH de 6.62 unidad de pH, conductividad eléctrica de 212  $\mu$ S/cm, TSD de 106 mg/L y turbiedad de 2.10 UNT. Manantial de Aracmayo, reporta características físicas de pH de 7.84, turbiedad de 0.79 UNT, conductividad eléctrica de 103  $\mu$ S/cm, TSD es 51.50 mg/L, cloruros 5.81 mg/L, nitritos 2.30 mg/L y color con 5 Pt/Co.

Arias (2018), determina que dentro de los parámetros fisicoquímicas (color verdadero, STD, temperatura, pH, OD, Cianuro, nitritos, nitrato, DBO5, fosfato, cloruros, dureza y flúor) del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, como se indica en las tablas N° 6, 7 8 y 9, se encuentran dentro del rango adecuado, pero la turbidez presenta un valor de 7 UNT que es mayor a 5 NTU lo que indica que sobrepasa LMP (DS 031 – 2010 – SA) y los ECAs (DS 004 – 2017 – MINAM), estos indica que ese debe de implementar un sistema de sedimentación adecuado para reducir la turbidez ya que a esas condiciones no es recomendable clorar el agua, ni consumir directamente.

Cornejo (2019), menciona que en los parámetros químicos de la presa Lagunillas los valores encontrados; pH una media de 9.57, OD con una media de 6.59 mg/L, TDS con 0.75 mg/L, que comparados con la Norma Decreto Supremo N° 004 2017-MINAM, el pH exceden la normativa.

Calsín (2016), concluye que los parámetros químicos de aguas de pozos artesanales y tubulares: pH, nitratos y cloruros; de acuerdo a los resultados encontrados no exceden los LMP emitidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Esto indicaría que las aguas de pozos son aptas para consumo humano.

(Belizario 2011), en su trabajo de investigación nos menciona que, la calidad de agua subterránea de la comunidad Carata del distrito Coata es deficiente (mala) y no son aptas para el consumo humano según los Límites Máximos Permisibles, sin embargo, la población utiliza el agua sin previo tratamiento y la mayoría de los pozos requieren de urgencia de un tratamiento sanitario adecuado, limpieza y cuidado permanente.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los parámetros físicos y químicos del agua en el manantial Unkuñani barrio Alto Huascar Puno según la normativa vigente

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Analizar los parámetros físicos del agua del manantial Unkuñani Barrio Alto Huascar Puno de acuerdo a los estándares de calidad ambiental ( ECA) , según la normativa peruana DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

Analizar los parámetros químicos del agua del manantial Unkuñani Barrio Alto Huascar Puno de acuerdo a los estándares de calidad ambiental ( ECA) , según la normativa peruana DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. Calidad del agua

Desde un enfoque de gestión sobre la calidad del agua se se refiere por su uso final para satisfacer las necesidades deseadas. En tal sentido las condiciones del agua para el consumo humano, sus actividades de distracción, como los deportes acuáticos, pero sobre todo para los ecosistemas acuáticos, tienen que cumplir altos niveles de pureza, sin embargo para otras actividades como las industriales, sus niveles de calidad del agua según la normativa sus valores son mínimos, como para las centrales de producción de energía eléctrica, estos son los motivos por las que el concepto de calidad del agua es muy compleja; según Cutimbo (2012), la gestión del agua tiene como referencia a las “características físicas, químicas y biológicas del agua considerando la necesidad para satisfacer las necesidades deseadas”. Es necesario manifestar que después de darle uso al recurso hidrológico tiende a regresar al ciclo hidrológico, y de no ser debidamente tratada afectaría de manera directa al medio ambiente.

Realizar un análisis de agua en los manantiales representa una responsabilidad de salubridad, considerando que el agua puede contener microorganismos, metales pesados, o químicos que podrían ser altamente perjudiciales para la salud humana, esto debido a que se podría estar rompiendo las concentraciones que permite la norma

provocando alteraciones del estado actual del agua en su composición según la Concentración Máxima Admisible (CMA) (Rodríguez García et al. 2003).

Las diferentes características que tienen los seres vivos, son muy predominantes para realizar el estudio de los ecosistemas acuáticos, esto porque las variables que podamos encontrar no siempre van a responder los resultados que buscamos en la calidad del agua (Arango et al. 2008).

## **2.1.2. Características fisicoquímicas**

### **2.1.2.1. pH**

La evaluación del potencial de hidrógeno (pH) en los cuerpos de agua es una medida de la tendencia de su acidez o de su alcalinidad. Entonces los valores obtenidos al medir el pH nos van decir si son ácidos o alcalinos, los valores que generalmente se encuentra en los cuerpos de aguas lóxicas y aguas lenticas están entre 4 y 9, cuerpos de aguas que en muchos casos las variables en este caso el pH es relativamente básico debido a la presencia de sales, el pH en los cuerpos de aguas naturales por lo general se mide para conocer si tienen un grado de oxidación (Mejia, 2005).

En los ecosistemas acuáticos, el tener un pH con un valor mínimo provocaría que las presencias de contaminantes puedan desplazarse de manera más fácil y así puedan ser consumidos por los seres vivos acuáticos, lo que podría generar condiciones negativamente tóxicas para los ecosistemas acuáticos, sobre todo para las especies sensibles (Minaverry, 2014).

### **2.1.2.2. Turbiedad**

La turbiedad mide la magnitud de la cantidad de luz en el agua, esto se utiliza como una medida de la calidad del agua para la materia orgánica suspendida coloidal y residual. Lo que nos da a entender que no existe una similitud entre turbidez y concentración de sólidos suspendidos. En la turbiedad los valores varían dependiendo de la cantidad de

luz, el método que se va a utilizar para realizar la medición correspondiente, factores que influyen como material suspendido en los cuerpos de agua, todos estos indicadores son para realizar una medición más objetiva al realizar comparaciones de los valores de turbiedad, permitiéndonos analizarlo y controlarlo. Uno de los métodos que es usualmente utilizado en Colombia es el nefelométrico-2130 para conocer los valores de turbiedad siempre teniendo en cuenta que se utilice de manera muy drástica (Trujillo, Martínez, y Flores 2008).

La turbiedad es uno de los indicadores del agua que nos garantiza conocer la calidad de agua en un determinado área a realizar un monitoreo, esto en los manantiales o aguas subterráneas, en las plantas de tratamiento de agua potable, y en la red de distribución, medir la turbiedad resulta ser una actividad rápida, económica una forma de interpretar más eficiente para los operadores debemos realizar una pre sedimentación para la turbiedad en aguas superficiales que estén por encima a 1000 UNT por lo que el agua debería estar también en 3000 UNT como valor máximo de turbiedad para realizar un proceso de potabilización del agua de manera convencional (Montoya et al. 2011).

### **2.1.2.3. Conductividad**

Conductividad eléctrica es la capacidad de un cuerpo de agua que permite ser un buen transmisor de electricidad, un cuerpo de agua pura no es un buen transmisor de electricidad, para cumplir con esa característica debería de tener algunas impurezas como sales y minerales. Al realizar un estudio sobre los valores de la conductividad eléctrica se debe utilizar el instrumento de medición llamado conductímetro, este instrumento nos va a permitir conocer la resistencia de la capacidad de corriente que puede generar un cuerpo de agua (Ormaza, 2011).

Para transmitir energía eléctrica un cuerpo de agua tiene que cumplir ciertas características, como la presencia de sales disueltas, la presencia de estos minerales permite que el agua sea un buen conductor de electricidad, esto nos permite realizar una

medición sobre la presencia de salinidad para conocer su conductividad eléctrica cuyo sistema de medición es en Siemens/metro (S.m-1) (Garcia, 2012).

Conocer la calidad del agua midiendo la conductividad eléctrica en un determinado cuerpo de agua, nos permite darle un debido proceso de seguimiento de sus características sobre la calidad de agua, teniendo en cuenta que la presencia de contaminación orgánica ionizantes podría alterar los valores (Ros, 2011).

#### **2.1.2.4. Alcalinidad**

La alcalinidad permite que los cuerpos de agua impidan la presencia de ácidos débiles consiguiendo así darle un pH equilibrado según los rangos establecidos, es decir que se podría impedir la presencia de ácidos débiles en un rango de 4.5 en grado alcalímetro completo y en un rango de 8.3 en un grado de alcalímetro, teniendo en cuenta que en las aguas naturales existe presencia de alcalinidad debido a la presencia de , carbonatos, bicarbonatos, silicio, fósforo, bórico, estos elementos van a provocar un incremento en el crecimiento de estas característica en el cuerpo de agua (Castillo, Osorio, y Vence 2009). Constituyen también la alcalinidad de los iones bicarbonato,  $\text{HCO}_3^-$ , carbonato,  $\text{CO}_3^{2-}$  y oxihidrido,  $\text{OH}^-$ , incluyendo también a los fósforos y ácidos de capacidad débil. Esta evaluación tiene un proceso de titulación utilizando una solución con una valoración de un alcalino, un ácido dependiendo sea la muestra, en sus reacciones tendrá un comportamiento dependiendo la cantidad de iones hidroxilos ( $\text{OH}^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) existentes. Si encontramos una alcalinidad menor de 10 ppm nos indica que es apto para el uso humano, siempre realizando la descarbonatación con cal; tratamiento con ácido o desmineralización por intercambio iónico, un tratamiento poco convencional (Maldonado, Pizarro, y Duy 2011).

#### **2.1.2.5. Dureza Total y Dureza Cálcica**

Se entiende por dureza total, a la suma de carbonatos de calcio y magnesio presentes en el agua. Tomando como referencia la clasificación del agua de organizaciones internacionales mundiales como, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la agencia

de protección ambiental (EPA) se considera que el agua calcárea, aguas que contienen muchos minerales, tienen que estar dentro de los valores de 150 a 300 mg/l. (Girón, 2009).

Se sabe que la dureza es generada por los cationes, generan una reacción de la dureza de carbonato y no carbonato, considerando que la dureza de carbonato y bicarbonato tienen que tener un tratamiento que implica una remoción o precipitación que va a generar una integración provocada por calentamiento. Es así también que la dureza de no carbonatos es provocada por la conjunción de los cationes con sulfatos, cloruros y nitratos, conocidos también como una dureza permanente ya que no puede ser removida por el aumento de temperatura constante (Baccaro et al. 2006).

#### **2.1.2.6. Sulfatos**

Se puede encontrar sulfatos en las aguas subterráneas, donde el área de origen del cuerpo de agua este en un terreno con presencia de minerales como el yeso, o por la presencia del vertimiento ilegal y sin ningún control de aguas industriales, todos estos factores físicos y químicos van a provocar contaminación del agua para el consumo humano, pues entonces si se encuentra contenidos que superan a 300 mg/L lo más probable es que causan enfermedades gastrointestinales en los niños y niñas. Se entiende que si encontramos sulfatos y sodio van a tener una reacción laxante, esto nos indica que la existencia en abundancia de estos elementos en los cuerpos de agua de consumo humano no es recomendable (Severiche y González, 2012).

#### **2.1.2.7. Cloruros**

La presencia del cloro en todos los cuerpos de aguas naturales es en cloruros (Cl<sup>-</sup>), cuando supera las concentraciones fuera de lo normal es tóxico para las plantas más vulnerables, los cloruros comunes son solubles e incrementan la cantidad total de sales (salinidad) de los suelos agrícolas (Palacios, Rodríguez, y Barajas 2010).

Pueden darle un sabor al agua que vendría a ser salado esto dependiendo de la composición química del cuerpo del agua, si el catión que está presente en el cuerpo de

agua que acompaña al cloruro de sodio, va a tener un sabor salado porque tiene una concentración de 250 mg/L, pero si el catión con mayor cantidad es el calcio y magnesio el sabor no estará presente en concentraciones de 1000 mg/L. La presencia de ion cloruro en cantidades superiores en el agua va a provocar el crecimiento normal de vegetales, como también va a tener efectos negativos en las estructuras metálicas, y esto limitaría el uso adecuado del agua en actividades industriales y alimentarias (Panno et al. 2006).

#### **2.1.2.8. Temperatura**

La fluctuación natural de la temperatura en un curso de agua es afectada cuando se liberan efluentes de mayor temperatura que la del agua que fluye naturalmente, cuando se modifica la cobertura de la vegetación de la ribera con la deforestación o degradación del monte ribereño y se expone el curso de agua a una mayor radiación solar, o por transferencia de temperatura de las infraestructuras construidas. Un incremento en la temperatura del agua puede evidenciar alguna de estas situaciones. Los cursos de agua en las zonas urbanas suelen presentar una mayor temperatura que en los ambientes naturales (Paul y Meyer, 2001).

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **El monitoreo de variables físico-químicas de agua**

Consiste en la determinación periódica de parámetros físico-químicos en muestras de agua. Es una metodología muy útil para evaluar la calidad de un agua y establecer planes para su gestión, pero hay que tener en cuenta que para obtener una visión integrada del ecosistema acuático es necesario que esta herramienta sea articulada con otros monitoreos, como el biológico y el visual (ANA 2016).

### **Manantial**



El manantial una fuentes natural de agua que está dentro de la tierra, conformada por rocas y suelos, denomina también como aguas subterráneas con estructuras geológicas (fallas, fracturas, pliegues, diaclasas) en donde el acuífero se intercepta con la superficie (INGEMMET, 2018).

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Los parámetros físicos y químicos del agua en el manantial Unkuñani barrio Alto Huascar Puno están dentro del rango de la normativa vigente siendo apta para el consumo humano.

### **2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

Los parámetros físicos del agua del manantial Unkuñani Barrio Alto Huascar Puno de acuerdo a los estándares de calidad ambiental ( ECA) no exceden los valores establecidos , por la normativa peruana DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

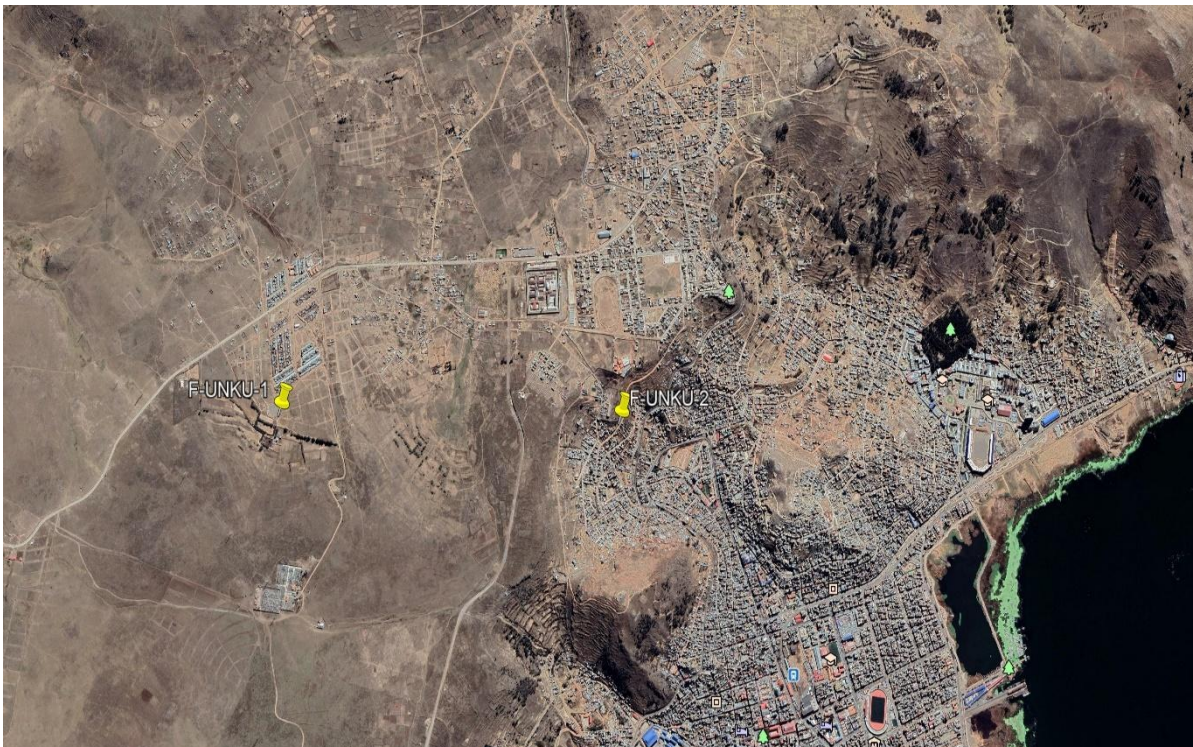
Los parámetros químicos del agua del manantial Unkuñani Barrio Alto Huascar Puno de acuerdo a los estándares de calidad ambiental ( ECA) no exceden los valores establecidos , por la normativa peruana DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

##### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra en el distrito de Puno, centro poblado de Yanamayo. Altitud: 4075.33 msnm latitud este 387332.85 m. norte 8250146.801 m. Ubicación hidrográfica: cuenca endorreica lago Titicaca, manantial Unkuñani punto de captación del agua que hacen uso 45 familias del Barrio alto Huascar de la ciudad de Puno.



**Figura 1: Ubicación geográfica de los puntos de muestreo**

Fuente: Google Earth Pro



**Figura 2: Barrio Alto Huascar, población beneficiaria**

**Fuente: Google Earth Pro**

### **3.2. POBLACIÓN**

En el distrito de Puno existen manantiales de aguas superficiales ubicados en diferentes barrios de la ciudad de Puno, de los manantiales existentes dos de ellos son de servicio para una determinada población, el manantial de Aracmayo, y el manantial Unkuñani, manantial en donde se hizo el estudio ubicado en el km 3 de la ruta Puno-Mañazo al norte de la ciudad de Puno con un área de 6 m<sup>2</sup>.

#### **3.2.1 TAMAÑO DE MUESTRA**

El tamaño de muestra de la investigación es el cuerpo del agua del manantial Unkuñani. La muestra para el presente trabajo de investigación fueron: 2 puntos, el punto de captación del agua y el punto de recepción del agua, para realizar el uso del manantial se pidió autorización de los administradores del mencionado manantial. (anexo N°4)

Punto de captación			Punto de recepción final		
Muestra	UTM	Volumen	Muestra	UTM	volumen
F-UNKU-1	387332.85E 8250146.801N	600 ml	F-UNKU-2	389173.83E 8250097.646N	600 ml
TOTAL		1200 ml			

**3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

El método utilizado se basa en la RESOLUCIÓN JEFATURAL N°010-2016-ANA que es el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

**3.3.1 FASE DE CAMPO**

PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRA

Para iniciar con las tomas de muestra en el manantial Unkuñani, lo primero que se hizo es contar con los materiales e implementos necesarios y estos fueron:

- GPS
- frecuencia de muestreo (1)
- Frascos de muestreo (rotulados)
- Multiparámetro HANNA
- Agua destilada
- Recipiente para recojo de la toma de muestra
- Cooler refrigerante
- Planillas de registro
- Lápiz y lapiceros, plumones indelebles
- Tablero
- Casco
- Barbijo

- Guantes

Luego de tener listos los materiales se procedió a ubicar el primer punto utilizando el GPS para ubicar las coordenadas en UTM del cuerpo de agua que se va a sacar las muestras, el primer punto de captación de agua con el código F-UNKU-1 se tomó el día 27 de julio del 2020 a las 9:26 am. Enseguida nos dirigimos al segundo punto del cuerpo de agua que es el punto de recepción final del agua de donde se distribuye a las 45 familias beneficiarias, el punto correspondiente con código F-UNKU-2 se tomó el día 27 de julio del 2020 a las 10:27 am, los medios probatorios están en el (anexo 3)

**3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente	Parámetros Físicos	Color Turbiedad Conductividad Temperatura
	Parámetros Químicos	Ph Dureza total Alcalinidad TDS Cloruros Sulfatos
Variable Dependiente	Calidad del Agua	Buena Regular Mala

**3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO**

Se usaron métodos de estadística descriptiva para presentar los datos mediante cuadros y gráficos, y al mismo tiempo se utilizó también el método T - Student de la estadística inferencia para medir la diferencia entre los valores de las pruebas.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para determinar los valores físicos químicos del agua el manantial Unkuñani, se tomaron solo dos muestras en puntos diferentes, el primer punto fue en la captación de agua (Funku 1), y el segundo punto fue en el depósito de agua para su distribución (Funku 2); los límites de la investigación por motivos de la falta de atención de los encargados de la administración del manantial no permitieron más extracciones de muestras, debido a que la ejecución de este estudio se realizó en el contexto del Covid – 19; donde la atención de las instituciones fueron limitadas por el estado emergencia.

#### 4.1. VALORES FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL AGUA DEL MANANTIAL UNKUÑANI

Los valores físico químicos de las dos muestras se presentan agrupados, en conformidad a los resultados de análisis de agua (Ver Tabla 1), realizados en el Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección Regional de Salud – Puno, y expedidos bajo Informe N° 062-Q/2020 e Informe N° 063-Q/2020 de fecha 31 de Julio del 2020, los informes son adjunto en la sección de Anexos (anexo N°2).

**Tabla 1:** Valores físicos y químicos del agua del Manantial Unkuñani

Parámetros	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Media
Aspecto		Normal	Normal	Normal
Color	Pt / Co	Incoloro	Incoloro	Incoloro
Turbiedad	NTU	1.84	1.32	1.58
Temperatura en Laboratorio	C°	13.1	13.1	13.1
PH	pH	7.42	6.95	7.185
Conductividad	uS/cm	211.7	295.5	253.6
Total de sólidos disueltos TDS	(mg/L)	192.9	269.6	231.25
Dureza Total Como CaCO3	(mg/L)	89.3	99.4	94.35
Alcalinidad Total como CaCO3	(mg/L)	74.2	79.2	76.7
Cloruros como Cl	(mg/L)	18.3	27.8	23.05
Sulfatos como SO4	(mg/L)	18.2	14.0	16.1
Cloro residual libre	(mg/L)	0	0	0

**Nota:** Datos tomados a partir del análisis de laboratorio de la DIRESA - Puno (Fuente propia)

Como se observa en la tabla 1, los datos de ambas muestras muestran valores no muy dispersos; algunas diferencias podemos encontrar son que la muestra 1 que se tomó en la captación de agua expone mayores valores en la turbiedad, el pH y los sulfatos; mientras que la muestra 2 tomado en el punto de distribución, tiene mayores valores en la conductividad, en el total de sólidos resueltos, en la dureza total, en la alcalinidad y en los cloruros; mientras que en lo referido a cloro residual ambas muestras exponen un valor de cero.

Para un mejor análisis de si existen diferencias significativas en los parámetros respecto a los dos puntos de extracción de muestra, se tiene el siguiente resultado de Prueba T-Student para diferencia de medias (Ver tabla 2).

**Tabla 2:** Prueba T-Student de diferencias de medias

	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Turbiedad	6,077	1	,104	1,58000	-1,7236	4,8836
PH	30,574	1	,021	7,18500	4,1990	10,1710
Conductividad	6,053	1	,104	253,60000	-278,7900	785,9900
Total de sólidos resueltos	6,030	1	,105	231,25000	-256,0330	718,5330
Dureza Total	18,683	1	,034	94,35000	30,1837	158,5163
Alcalinidad Total	30,680	1	,021	76,70000	44,9345	108,4655
Cloruros	4,853	1	,129	23,05000	-37,3045	83,4045
Sulfatos	7,667	1	,083	16,10000	-10,5830	42,7830

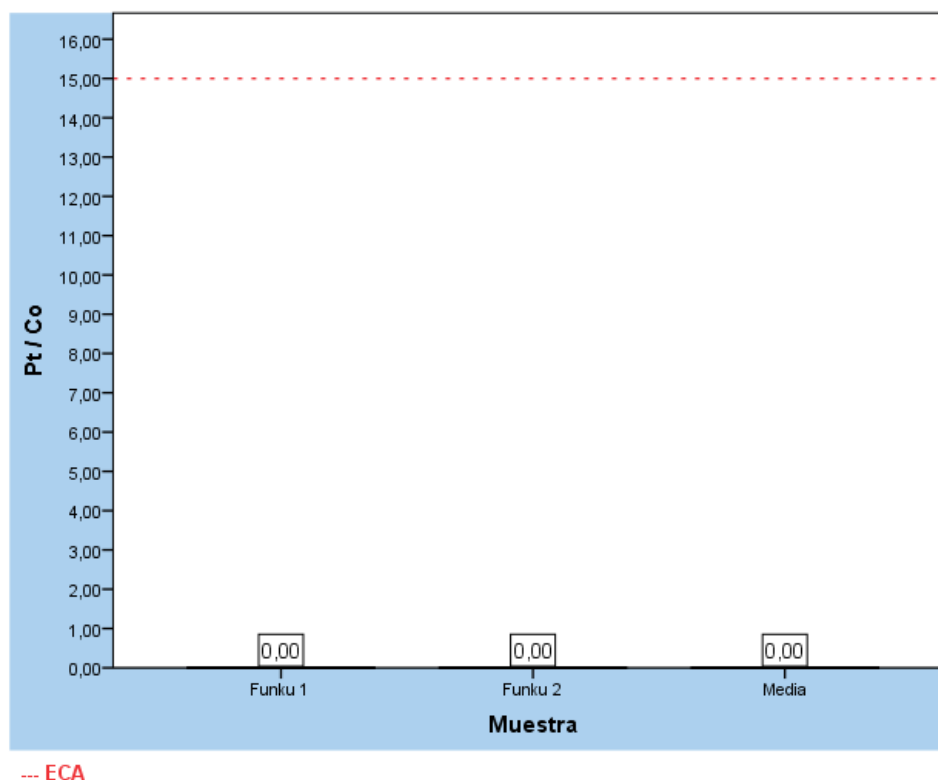
En la tabla 2, se puede observar que los parámetros que muestran diferencias significativas son los que tienen un Sig >0.05, estos son el PH, la Dureza Total y la Alcalinidad; mientras que los demás parámetros muestran valores estadísticamente similares.

**4.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS VALORES FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL AGUA DEL MANANTIAL UNKUÑANI, SEGÚN LOS VALORES ACEPTADOS POR LA NORMATIVA VIGENTE.**

**4.2.1. Análisis del parámetro Color**

El color del agua en el manantial Unkuñani ha sido evaluado en la unidad Color Verdadero de Escala (Pt/Co) (ver Figura 3), como se observa muestra valores de 0, es decir es Incoloro en los puntos Funku 1 (0 Pt/Co) , Funku 2 (0 Pt/Co) y la media (0 Pt/Co), muy por debajo del estándar de 15 NTU, permitido por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para el uso del agua en la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable; por lo cual respecto a este parámetro, el agua manantial Unkuñani cumple con el estándar nacional.





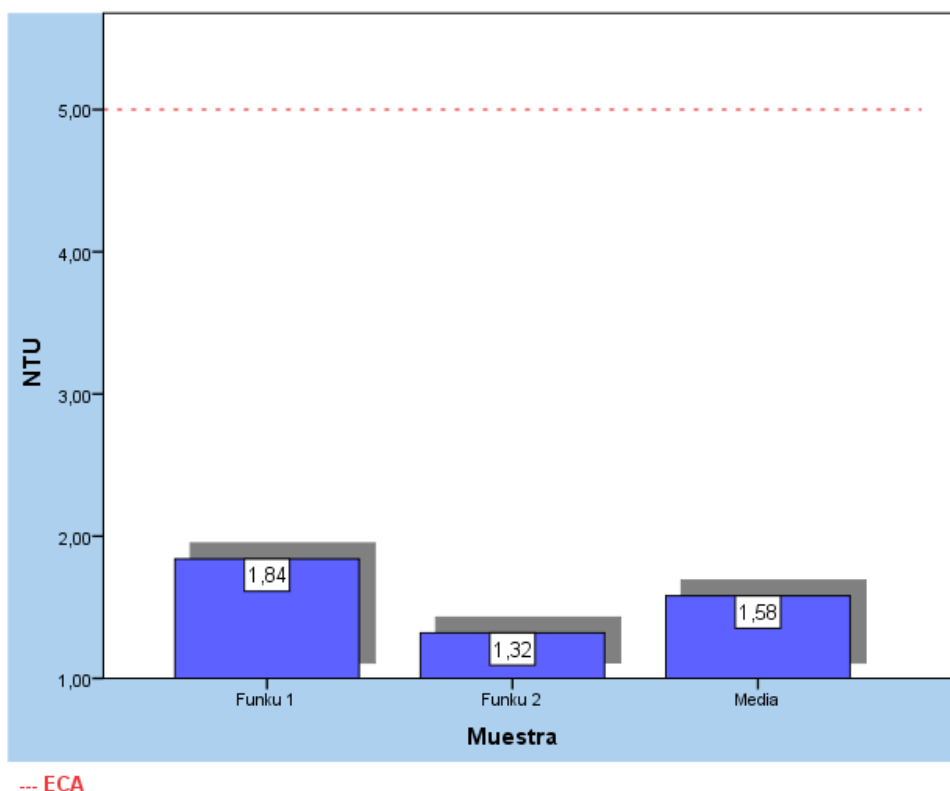
**Figura 3:** Resultados de color del agua del manatila Unkuñani.

El resultado del Color no es muy común de evaluar en los estudios de aspectos físicos del agua; no obstante, en la revisión de antecedentes nacionales encontramos que nuestro hallazgo de valor 0, es inferior y por ende mejor a los encontrados en estudios de manantiales desarrollados por: Vázquez (2017) quien obtuvo como resultado un  $Pt/Co < 1$  en el manantial de Shita en Cajamarca; al igual que Guerrero (2019) que tuvo el mismo valor  $Pt/Co < 1$  en tres manantiales de Lamas en Tarapoto; adicionalmente podemos comparar con el estudio de (Ccolque, Incaluque, y Callata 2019), realizado en la Región de Puno, en específico en el manantial de Cuyuraya en la Provincia de Huancané, quienes tuvieron como resultado de  $Pt/Co$  igual 4.17.

#### 4.2.2. Análisis del parámetro Turbiedad

La turbiedad expresada en NTU (Unidades de Nefelometrías de Turbiedad) para el Manantial Unkuñani (ver Figura 4), muestra valores unitarios de los puntos Funku 1 (1.84

NTU), Funku 2 (1.32 NTU) y la media (1.58 NTU), muy por debajo del estándar de 5 NTU, permitido por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para el uso del agua en la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable; por lo cual respecto a este parámetro, el agua de nuestro manantial bajo estudio, cumple con el estándar nacional.

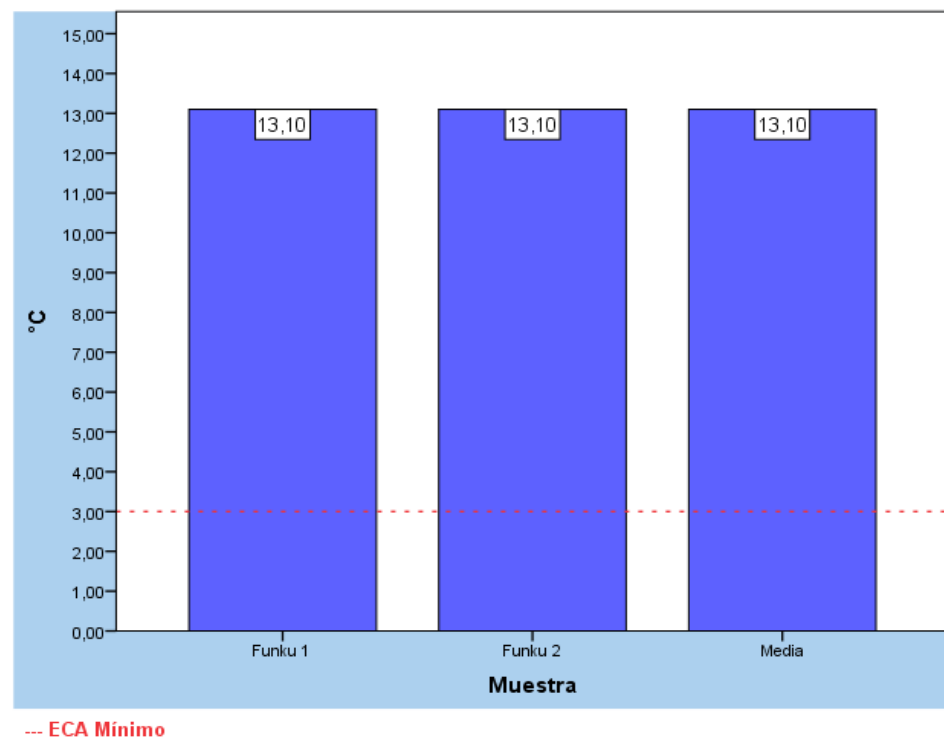


**Figura 4:** Resultados de turbiedad del agua del manantial Unkuñani.

Nuestro resultado de la turbiedad muestra mejores resultados a los obtenidos por el estudio de (Calla y Castrejón 2020), quienes tuvieron una turbiedad más elevada de 7.88 en el manantial de Chin Chin superior al estándar permitido, así mismo nuestros resultados son menores que los estudios de: Cajas (2019) con NTU de 4.50 y Zegarra (2016) con NTU de 2.38 que están dentro estándar; no obstante existen mejores resultados en los estudios de: Vázquez (2017) con un NTU < 1 y (Ccolque et al. 2019) con un NTU igual a 0.55.

#### 4.2.3. Análisis del parámetro Temperatura en Laboratorio

El nivel de temperatura medido en centígrados, fue evaluado en Laboratorio, es decir su valor no se determinó al momento de ser extraído las muestras en los puntos de extracción (ver Figura 5); esta temperatura por ello muestra el mismo valor de 13.10 C° para la muestra del punto Funku 1 y la muestra Funku 2. Dicho valor de temperatura está por encima del estándar mínimo de 3°, permitido por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para el uso del agua en la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable; no obstante debido a las características de la temperatura no tomada en el mismo punto de extracción, no podemos afirmar que hemos superado el límite mínimo; visto que en el trayecto ha podido existir variación en la temperatura del agua hasta su llegada y análisis en laboratorio.



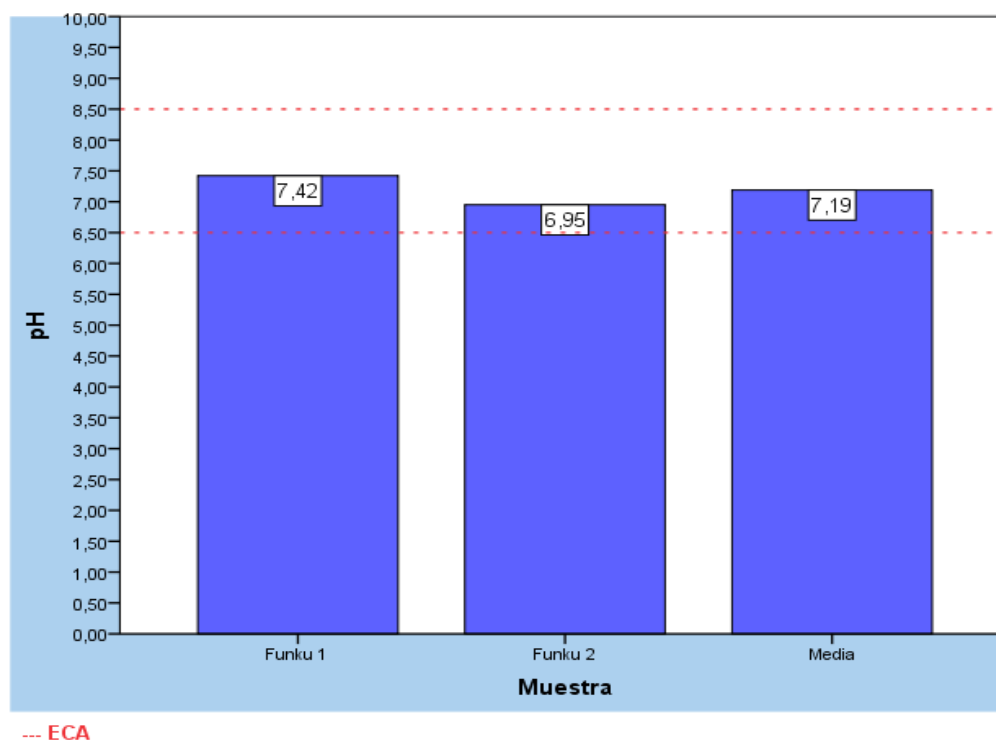
**Figura 5:** Resultados de Temperatura del agua del manantial Unkuñani.

Verificando otros estudios sobre evaluación de la temperatura en aguas de manantiales, encontramos el estudio de Cajas (2019), que en una evaluación a cuatro puntos del manantial de Cochatama determinan una temperatura promedio de 9.40 C° superior al

estándar mínimo y también ligeramente a la temperatura que hemos hallado en nuestro estudio.

#### 4.2.4. Análisis del parámetro pH

El nivel de pH del agua del Manantial Unkuñani, evaluado con el Potenciometro (ver Figura 6), nos indica que en la captación de agua, punto Funku 1, el nivel de pH fue de 7.42 y en el reservorio de distribución, punto Funku 2, tuvo un nivel de 6.95 de pH, lo que hace una media de 7.19 de pH, este valor que se ubica dentro del intervalo del estándar establecido por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para el uso del agua en la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable; cuyos intervalos de aceptación son de 6.5 pH a 8.5 de pH; por lo cual respecto a pH, el agua del manantial Unkuñani se encuentra en el intervalo solicitado.



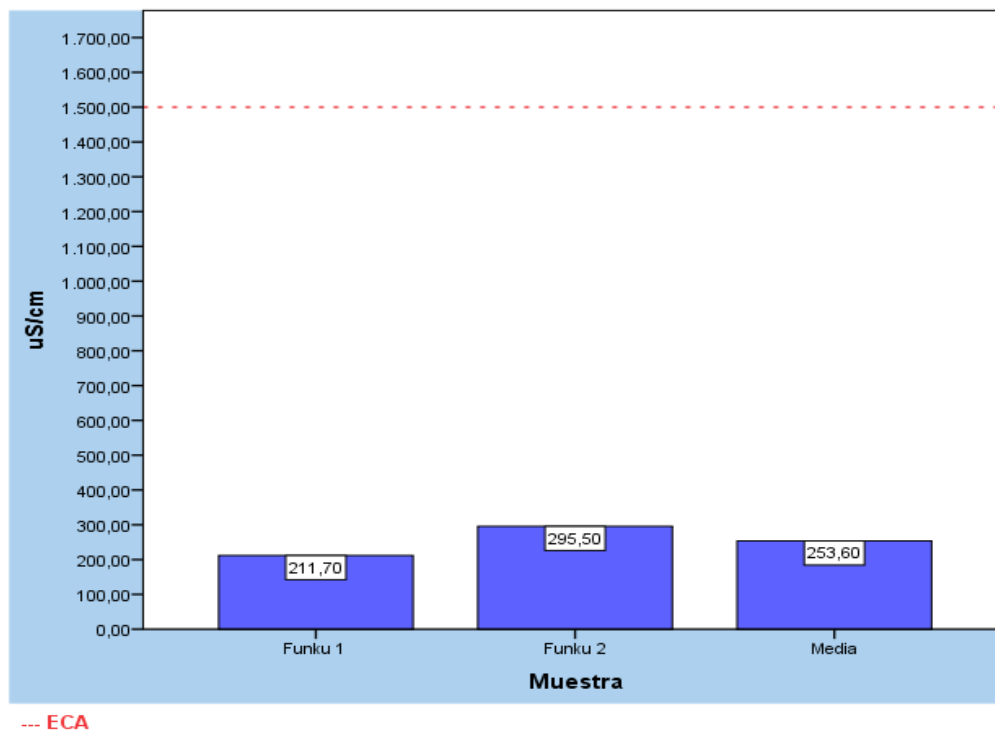
**Figura 6:** Resultados de pH del agua del manantial Unkuñani.

El indicador de pH es uno de los parámetros más estudiados y casi siempre incluidos en los informes de resultados. En nuestro caso respecto a otros resultados donde se evalúa

el pH en manantiales en el país; tenemos que en general los niveles de pH son similares y próximos a los estudios de: Calla y Castrejón (2020) quienes hallaron un pH de 7.31; por su parte Cajas (2019) encuentra un pH de 7.43; también tenemos que Vásquez (2017) menciona que obtuvo un pH 7.27; Guerrero (2019) informa un pH de 7.07; Ccolque & Incaluque (2019) hallan un pH de 7 y finalmente podemos mencionar a dos estudios que encontraron valores superiores a un pH de 8; pero que, por muy pocos decimales cumplen con no superar el límite del estándar, estas son las investigaciones de (Zegarra 2016) con un pH de 8.10 y (Loyola 2017) con un pH de 8.42, este último demasiado cercano al límite.

#### **4.2.5. Análisis del parámetro Conductividad**

Los resultados de la conductividad encontrada en el agua del Manantial Unkuñani (ver Figura 7), nos muestran valores de 211.70 uS/cm para punto Funku 1 y 295.50 uS/cm en el punto Funku 2, en promedio la conductividad es de 253.60 uS/cm; estos valores están muy debajo del máximo del estándar establecido por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para el uso del agua en la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable; cuyo valor topo es de 1 500 uS/cm; entonces el agua del manantial Unkuñani se encuentra en un nivel de conductividad adecuado.



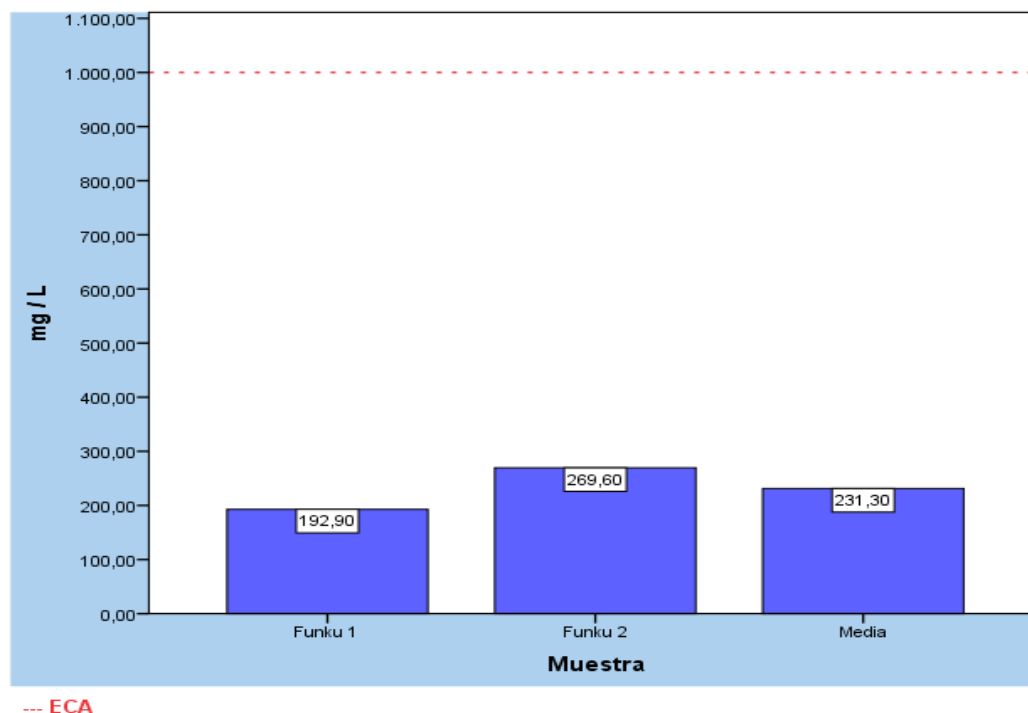
**Figura 7:** Resultados de Conductividad del agua del manantial Unkuñani.

La conductividad obtenida respecto a estudios similares, muestra mejores resultados a lo encontrado por Zegarra (2016) con un valor de 641.20 uS/cm para el manantial Huañambra y el resultado de Vásquez (2017) que encuentra una conductividad de 302,17 uS/cm en el manantial Shiya en Cajamarca; no obstante existen estudios sobre conductividad en manantiales que encontraron valores muy por debajo de los nuestros; por ejemplo el caso de Cajas (2019) con una conductividad de apenas 61.10 en el manantial de Cochatama en Huánuco y otro ejemplo de conductividad muy baja son los resultados del manantial Cerro Urpilla con un valor de apenas 18.10 uS/cm Loyola (2017).

**4.2.6. Análisis del parámetro total de sólidos disueltos TDS**

Respecto al total de sólidos disueltos, en nuestro estudio sobre el agua del Manantial Unkuñani (ver Figura 8), encontramos para el punto Funku 1 un valor 192.90 mg/L, para el punto Funku 2 un valor de 269.6; y promedio el valor de 231.25 mg/L; comparativamente podemos ver que el estándar pide no superar el valor de 1 000 mg/L, por lo cual cumplimos con este parámetro, según lo dispuesto en el Decreto Supremo N°

004-2017-MINAM para el uso del agua en la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable.



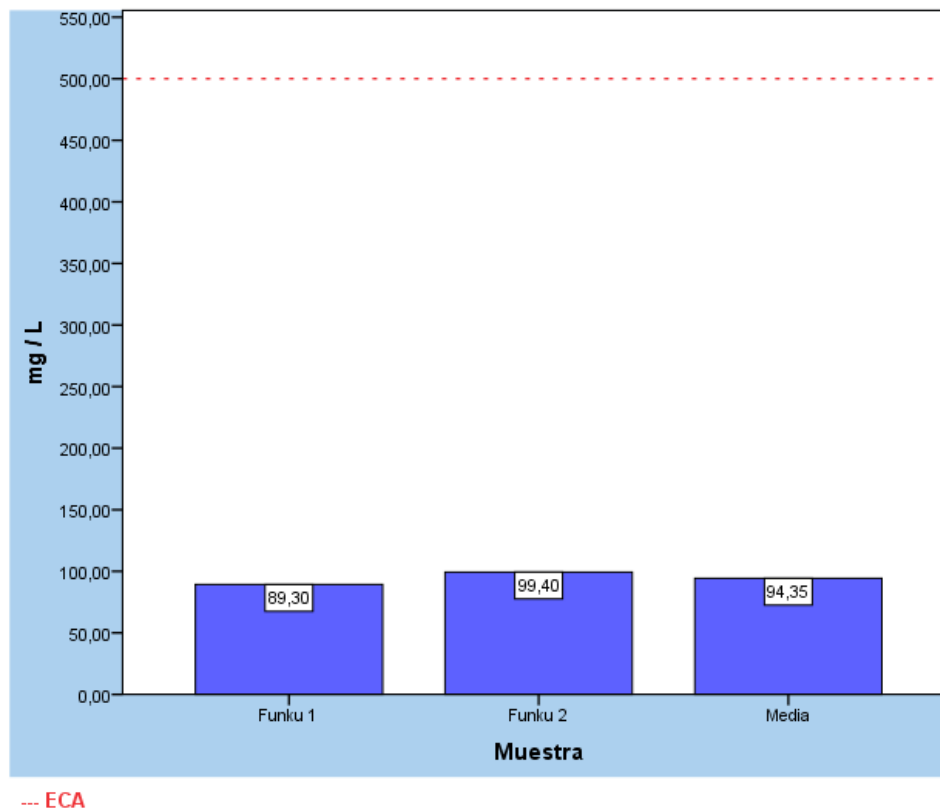
**Figura 8:** Resultados de Total de Sólidos Disueltos del agua del manantial Unkuñani.

Respecto al total de sólidos disueltos encontramos resultados dispersos en varios estudios sobre manantiales; pero todos dentro del parámetro máximo permitido. Manantiales que presentan un total de sólidos disueltos muy inferior al nuestro, son los encontrados por Calla y Castrejón (2020) con 89.58 mg/L, incluso en el estudio de Guerrero (2019) en Tarapoto encuentra un valor de tan solo 8.57 mg/L en los manantiales de Lamas.

#### 4.2.7. Análisis del parámetro Dureza Total Como CaCO<sub>3</sub>

Respecto a la dureza total el agua del manantial Unkuñani muestra como resultado: (ver Figura 9) Para el punto Funku 1 un valor 89.30 mg/L, para el punto Funku 2 un valor de 99.40; y en promedio el valor es de 94.25 mg/L; conforme lo observado en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para el uso del agua en la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua

potable, se establece el estándar de no superar 500 mg/L, por lo cual nuestros valores al ser menores; el agua del manantial Unkuñani cumple con este estándar de calidad para consumo humano.



**Figura 9:** Resultados del total de la Dureza Total del agua del manantial Unkuñani.

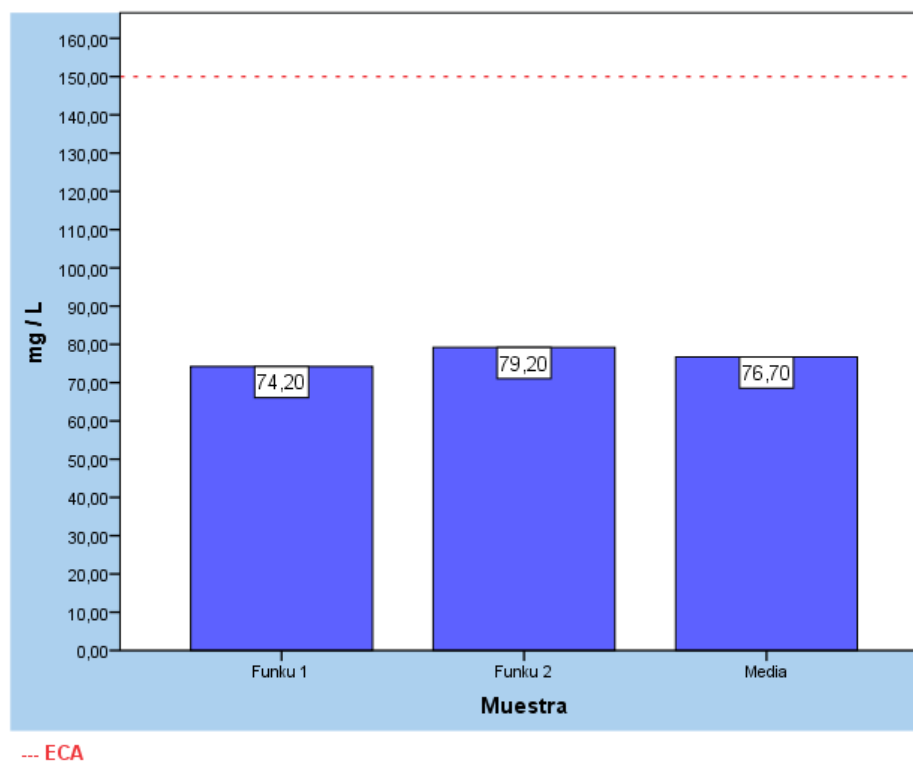
Los resultados de nuestro estudio en lo referido a la dureza total guardan similitud con lo encontrado por Guerrero (2019) que halló un valor de 72.16 para los manantiales de Lamas – Tarapoto; no obstante existe un estudio de en Cajamarca de Vásquez (2017), que encontró un valor muy superior al nuestro de 162.53 para el agua del manantial Shita.

#### 4.2.8. Análisis del parámetro Alcalinidad Total como CaCO<sub>3</sub>

En lo referido a la Alcalinidad Total en el agua del manantial Unkuñani hemos encontrado: (ver Figura 10) que para el punto Funku 1 el valor es de 74.20 mg/L, para el punto Funku 2 un valor de 79.20; y en promedio el de ambos puntos es de 76.70 mg/L; este valor representa aproximadamente la mitad del estándar de 150 mg/L como máximo, indicado



en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para el uso del agua en la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable, por lo tanto el agua del manantial Unkuñani cumple con los niveles de alcalinidad adecuados para el consumo humano.



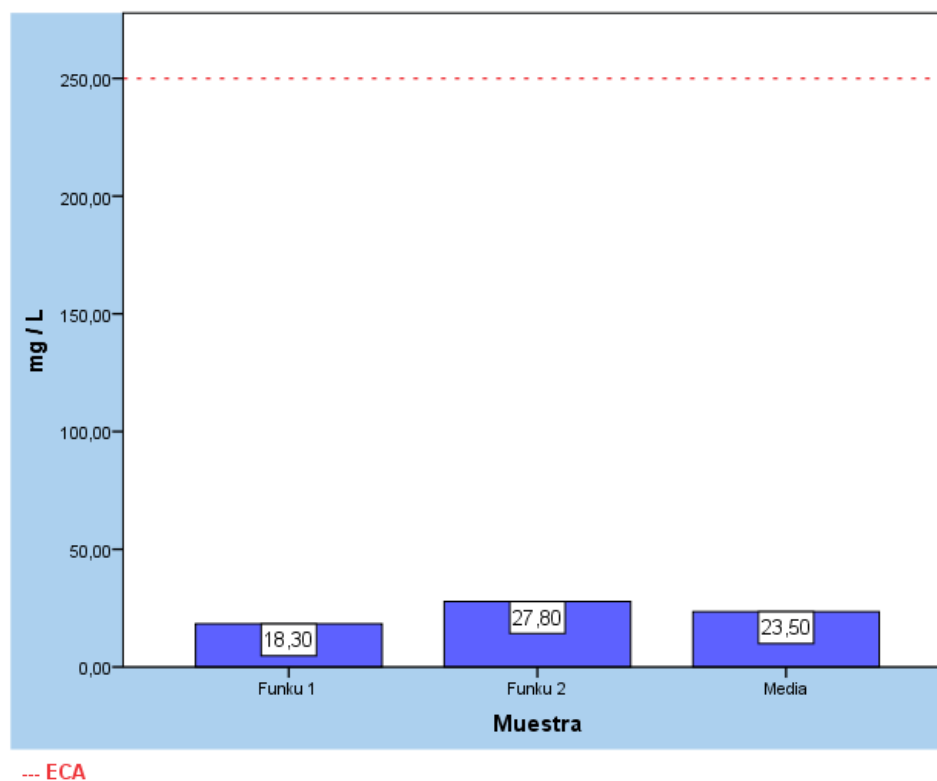
**Figura 10:** Resultados de Alcalinidad del agua del manantial Unkuñani.

En la revisión de la literatura no encontramos muy recurrente la evaluación de la Alcalinidad, podemos citar tan solo un estudio que forma parte de nuestros antecedentes, nos referimos al estudio de Zegarra (2016) la investigadora encuentra un valor medio de 55.05 mg/L de alcalinidad en 10 puntos del manantial Huañambra en Cajamarca; dicho valor es inferior al nuestro; por lo cual muestra mejor calidad de agua respecto a nuestro manantial bajo estudio.

#### 4.2.9. Análisis del parámetro cloruros

En los Cloruros encontrados en el agua del Manantial Unkuñani (ver figura 11) presentan valores muy bajos respecto al estándar máximo establecido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para el uso del agua en la Categoría 1: Poblacional y recreacional,

Subcategoría A: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable. Específicamente encontramos tan solo 18.30 mg/L en el punto Funku 1, y 27.80 mg/L en el punto Funku 2; como promedio entre ambos puntos el valor es de apenas 23.50; valores muy bajos respecto al 250 de máximo permitido por Ministerio del Ambiente.

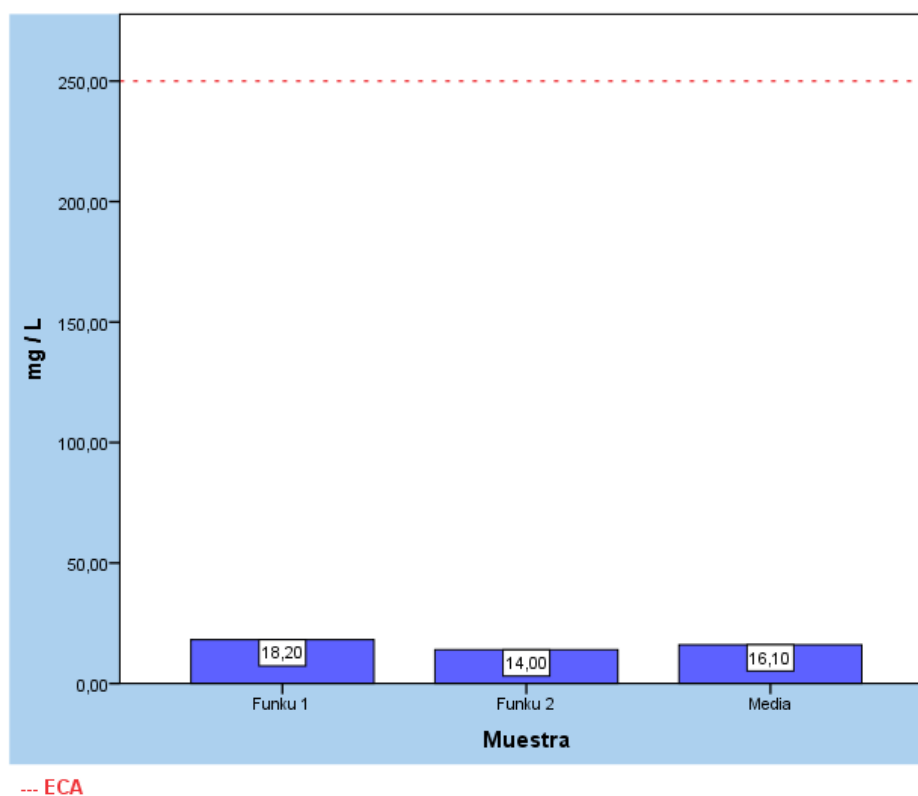


**Figura 11:** Resultados de cloruros del agua del manantial Unkuñani.

Los resultados de nuestro estudio guardan relación con los resultados de Cloruros en aguas de manantiales a nivel del país; en general todas las aguas de manantial muestran niveles bajos en este componente, podemos encontrar por ejemplo a Zegarra (2016) que encontró un valor casi similar al nuestro de 27.60 mg/L; y también podemos citar la investigación de Calla y Castrejón (2020) que en el manantial de las tres cruces halló cloruros de tan solo 0.06 en el agua; un valor prácticamente que determina que ese manantial está libre de cloruros.

#### 4.2.10. Análisis del parámetro Sulfatos como SO<sub>4</sub>

Los sulfatos expresado en mg/L encontrados para el Manantial Unkuñani (ver Figura 12), muestra valores en los puntos Funku1 de 18.20, Funku 2 de 14.0 y una media de 16.10, valores muy por debajo del límite de 250 mg/L, mencionado por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para el uso del agua en la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable; por lo cual, el agua de nuestro manantial presenta muy bajo nivel de sulfato adecuado para el consumo humano.

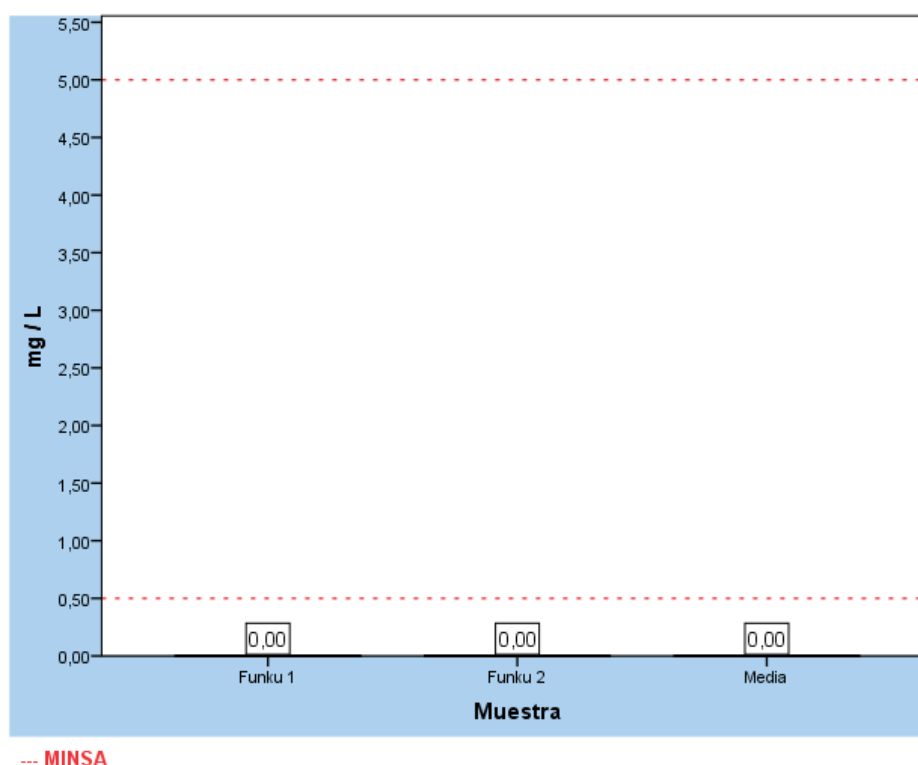


**Figura 12:** Resultados de sulfatos del manantial Unkuñani.

Nuestros resultados están dentro de la media de valores encontrados en aguas de manantiales en el Perú; se puede citar a Guerrero (2019) que encontró un valor cercano al nuestro, de sulfato de 27.20 mg/L en los manantiales del lamas en Tarapoto, un valor que también está muy por debajo del límite máximo; no obstante encontramos manantiales con valores que casi tienden a la neutralidad de sulfato, como es el caso del manantial de las 3 cruces en Cajamarca, donde se halló un nivel de Sulfatos de apenas 3.22 mg/L. Calla y Castrejón (2020).

#### 4.2.11. Análisis del parámetro Cloro residual libre

Finalmente, respecto al último parámetro estudiado en nuestra investigación, sobre el Cloro residual libre en el agua del Manantial Unkuñani (ver Figura 13). Se halló valores de 0 en las muestras de agua de los 2 puntos de recolección; por lo cual el agua está libre de este elemento. Que conforme lo dispuesto por el DS N° 031 – 2010 – MINSA, establece que este elemento para el agua potable debe estar en los intervalos de 0.5 a 5; por lo cual nuestra agua no cumple con dicho requerimiento, dado que tener cloro es necesario para garantizar algún tipo de desinfección de organismo que pueden contaminar nuestra agua.



**Figura 13:** Resultados de cloro residual libre del manantial Unkuñani.

Similar situación a los resultados de nuestro estudio, presenta lo evaluado por las investigadoras (Ccolque et al. 2019), que en Huancane en el estudio del manantial Cuyuraya, encontraron que el agua de este lugar presenta cloro residual libre de 0.37, que tampoco cumple con el estándar requerido por el MINSA; con lo que respecta a la

revisión de otros estudios hemos encontrado que la gran mayoría no incluye en su evaluación físico química el estudio de este indicador.

Finalmente, a modo de resumen de los resultados, presentamos un cuadro (Ver Tabla 3), del cumplimiento de nuestros parámetros con los estándares ECA 1- A

**Tabla 3:** Resumen del cumplimiento de los ECA para agua

<b>Parámetros</b>	<b>Media</b>	<b>ECA</b>
Aspecto	Normal	---
Color	Incoloro ( 0 )	15
Turbiedad	1.58	5
Temperatura en Laboratorio	13.1	>3°
PH	7.185	6.5-8.5
Conductividad	253.6	1500
Total de sólidos disueltos TDS	231.25	1000
Dureza Total Como CaCO <sub>3</sub>	94.35	500
Alcalinidad Total como CaCO <sub>3</sub>	76.7	150
Cloruros como Cl	23.05	250
Sulfatos como SO <sub>4</sub>	16.1	250
Cloro residual libre	0	0.5 - 1

#### 4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para efectuar la prueba de hipótesis, en primer lugar hemos evaluado parámetro por parámetro si estadísticamente han cumplido con sus máximos o mínimos permitidos en la categoría 1, subcategoría A1 del DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. Para este análisis hemos utilizado la prueba de hipótesis de comparación de medias, y los detalles de cada evaluación estadística se presentan en el anexo 5.

**Tabla 4:** Contrastación de hipótesis estadísticas

Parámetros	Hipótesis estadísticas	ECA	P (sig)	Decisión
	Aspecto		---	
Color	Ho: $u \geq 15$	15		Los valores de 0 que tienen el color de agua, no permiten la evaluación de hipótesis; no obstante se infiere que se cumple con H1; por lo tanto se cumple con el parámetros
	H1: $u < 15$			
Turbiedad	Ho: $u \geq 5$	5	0.0242	Se rechaza Ho, se acepta H1; por tanto cumple con el parámetro
	H1: $u < 5$			
Temperatura en Laboratorio	Ho: $u \leq 3$	$> 3^\circ$	0.0016	Se rechaza Ho, se acepta H1; por tanto cumple con el parámetro
	H1: $u > 3$			
PH	Ho: $u \leq 6.5$ o $u \geq 8.5$	6.5-8.5	0.0563	El valor de p es muy aproximado al 0.05; visto que solo son dos muestras, se rechaza Ho, se acepta H1; por tanto cumple con el parámetro
	H1: $u > 6.5$ y $u < 8.5$			
Conductividad	Ho: $u \geq 1500$	1500	0.0107	Se rechaza Ho, se acepta H1; por tanto cumple con el parámetro
	H1: $u < 1500$			
Total de sólidos disueltos TDS	Ho: $u \geq 1000$	1000	0.0159	Se rechaza Ho, se acepta H1; por tanto cumple con el parámetro
	H1: $u < 1000$			
Dureza Total Como CaCO3	Ho: $u \geq 500$	500	0.0040	Se rechaza Ho, se acepta H1; por tanto cumple con el parámetro
	H1: $u < 500$			
Alcalinidad Total como CaCO3	Ho: $u \geq 150$	150	0.01.09	Se rechaza Ho, se acepta H1; por tanto cumple con el parámetro
	H1: $u < 150$			
Cloruros como Cl	Ho: $u \geq 250$	250	0.0067	Se rechaza Ho, se acepta H1; por tanto cumple con el parámetro
	H1: $u < 250$			

Sulfatos como SO4	Ho: $u \geq 250$ H1: $u < 250$	250	0.0029	Se rechaza Ho, se acepta H1; por tanto cumple con el parámetro
Cloro residual libre	Ho: $u \leq 1$ o $0.5 - 1$ $u \geq 0.5$ H1: $u > 0.5$ y $u < 1$			Los valores de 0 que tienen el cloro, no permiten la evaluación de hipótesis; no obstante se infiere que se no se cumple con H1; por lo tanto no se cumple con el parámetro
Total de parámetros (a): <b>12</b>				
Total Parámetros que cumplen estadísticamente con sus valores permitidos (b): <b>11</b>				
Porcentaje de Cumplimiento (b/a)%: <b>91.67 %</b>				

Visto los resultados físicos y químicos podemos concluir que el agua del manantial Unkuñani cumple en mayoría con los parámetros vigentes , por lo cual se acepta la hipótesis general , en la categoría 1 sub categoría A1 DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Al evaluar los parámetros físicos y químicos del agua en el manantial Unkuñani del Barrio Alto Huascar, estos cumplen con las condiciones para hacer uso del agua estando dentro de los ECA para el agua que establece el Ministerio del Ambiente, dentro de la categoría 1, poblacional y recreacional, sub categoría A aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, visto que los valores comparados en A1 nos indica que estas aguas pueden ser potabilizadas con desinfección DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

**SEGUNDA:** Al analizar los parámetros químicos en el agua del manantial Unkuñani, se encontraron los siguientes valores para los parámetros; en el pH una medida de 7.185, dureza total CaCO<sub>3</sub> una medida de 94.95 mg/l, alcalinidad total CaCO<sub>3</sub> 76.7 mg/l, total de sólidos disueltos 231.25 mg/l, cloruros 23.05 mg/l, sulfatos SO<sub>4</sub> 16.1 mg/l, comparando con los establecidos por la normativa vigente de los estándares de calidad ambiental para el agua, DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, los valores de los parámetros analizados están dentro de lo establecido.

**TERCERA:** Los parámetros físicos, color (0)pt/co, turbiedad 1.58 UNT, conductividad 253.6 (µS /cm), temperatura 13.1 °C, resultados que según la normativa vigente de los estándares de calidad ambiental para el agua, DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, están dentro de los valores establecidos, cuyos resultados mencionados nos indica que es necesario un tratamiento convencional de potabilización del agua como la clorificación el agua.



## RECOMENDACIONES

Considerando que este manantial beneficia a una parte de los vecinos del Barrio Alto Huascar, es necesario realizar jornadas de limpieza en el punto de captación para evitar cualquier tipo de presencia contaminantes, de igual manera deben de mejorar la infraestructura en el punto de captación ya que se ve deteriorado.

A EMSA-PUNO, se recomienda realizar capacitaciones en temas de clorificación del agua 2 veces al año para así tener conocimiento de cómo desinfectar el agua con esta metodología.

Las instituciones como la ANA, EMSA-PUNO, entidades encargadas de monitorear la calidad del agua, se recomienda realizar un monitoreo trimestral de los parametros fisicoquímicos y microbiológicos, ya que los habitantes en el punto de captación urbanizaron el área territorial para viviendas , y eso podría provocar contaminación del manantial Unkuñani.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. San Isidro, Lima.
- Arango, M., Cecilia, Álvarez, L., Arango, G., Torres, O., y Monsalve A. (2008). «Calidad del agua de las quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia». *Revista EIA* 21.
- Arias, J. (2018). «Caracterización Físicoquímica Y Bacteriológica, del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, Distrito de Chontabamba, Provincia de Oxapampa – 2018». Tesis de pre grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco.
- Ávila de Navia MSC, Sara Lilia, y Sandra Mónica Estupiñán Torres MSC. 2010. «Calidad físico-química y microbiológica del agua del municipio de Bojacá, Cundinamarca». *Nova* 8(14):206. doi: 10.22490/24629448.451.
- Baccaro, K., M. Degorgue, M. Lucca, L. Picone, E. Zamuner, y Y. Andreoli. 2006. «Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de Mar del Plata». *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias* 35:110.
- Belizario, E. (2011). «Evaluación de la calidad de agua subterránea para fines de Consumo Humano de la Comunidad Carata del Distrito Coata». Tesis de pre grado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Cajas, M. (2019). «Determinación del índice de calidad del agua del manantial del centro poblado de Cochatama - Huánuco - 2019.» Tesis De Pre Grado, Universidad de Huanuco, Huanuco-Perú.
- Calla, K, y María C. (2020). «Calidad físicoquímica y microbiológica de dos manantiales de consumo humano en el centro poblado Chin Chin Tres Cruces, Cajamarca – 2019». Tesis de pre grado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca - Perú.
- Calsín, K. (2016). «Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de

- consumo humano en el sector de taparachi de la ciudad de Juliaca, Puno - 2016». Tesis de pre grado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Castillo, Adriana, Yudis Osorio, y Liliana Vence. 2009. «Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas ubicadas en los municipios de la Paz y San Diego, Cesar». Tesis de pre grado, Universidad Popular del Cesar, Valledupar.
- Ccolque, Deynid, Yhon Incaluque, y Rose Callata. 2019. «Evaluación de Parámetros de control obligatorio del agua potable proveniente del manantial Cuyuraya de la provincia de Huancané – Región Puno, 2019». *Universidad Peruana Unión* .
- Cornejo, C. (2019). «Evaluación de la calidad del agua en la presa Lagunillas – Santa Lucia, 2018». Tesis de pre grado, Universidad Privada San Carlos, Puno.
- Curo, M. (2017). «Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata – Puno, 2016.» Tesis de pre grado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Cutimbo, C. (2012). «Calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en centros poblados menores de la Yarada y los Palos del distrito de Tacna». Tesis De Pre Grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna-Perú.
- Di Martino, C. (2014). «Sustentabilidad del recurso hídrico subterráneo de Monte Hermoso, provincia de Buenos Aires, República Argentina». Tesis de maestría, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
- EMSA. (2012). «Análisis físico químico y microbiológico de fuentes de agua de captación Totorani y Aracmayo- Puno – Perú.»
- Espitia. (2019). «Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos, y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-2016». Tesis de maestria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

- García, A. (2012). «Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica». septiembre, 36.
- Girón, D. (2009). «Evaluación y mapeo de la calidad de agua y nivel freático en pozos artesanales para abastecimiento humano y su posible relación con la red hidrológica en el casco urbano de la ciudad de Chiquimula, 2009.» Universidad de San Carlos de Guatemala, Chiquimula.
- GORE, PUNO. (2012). *Diagnóstico Ambiental Regional (Dar) de Puno. Diagnóstico*. Puno: GOBIERNO REGIONAL DE PUNO.
- Guerrero, Allison. 2019. «Calidad ambiental del agua en tres manantiales de consumo poblacional, ciudad de Lamas - región San Martín, 2018». Tesis de pre grado, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, TARAPOTO-PERU.
- INEI. (2017). «CARACTERISTICAS DE LA POBLACIÓN».
- INGEMMET. (2018). *Perímetros de protección de manantiales en la zona oriental Arequipa. TECNICO. A6799*. AREQUIPA: INGEMMET.
- Loyola, J. (2017). «Calidad de agua para uso domestico de los manantiales del cerro Urpillao - Caniac, La Cuesta, Otuzco, La Libertad Octubre Del 2016-marzo Del 2017». Tesis de Pre Grado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Peru.
- Maldonado, Maria, Karina Pizarro, y Jose Duy. 2011. «Organizacion Y Calidad Del Agua De Consumo Humano Y Salud, Sistema De Agua Tarqui- La Victoria Del Portete. Cuenca 2010,».
- Mejía, M. (2005). «Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras.» Tesis de maestría, CATIE (centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Costa Rica., Turrialba, Costa Rica.
- Mendoza, M. (2018). «Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú». Tesis De Maestría,

- Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Minaverri, Clara María. 2014. «Análisis jurídico sobre la calidad del servicio del agua en Buenos Aires». *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science* 9(1):173-83. doi: 10.4136/ambi-agua.1228.
- Montoya, Carolina, Diana Loaiza, Patricia Torres, Camilo Hernán Cruz, y Juan Carlos Escobar. 2011. «Efecto del incremento en la turbiedad del agua cruda sobre La eficiencia de procesos convencionales de potabilización». *Revista EIA* 16:12.
- Ormaza, Carolina. 2011. «Desinfección solar en el agua del río Tomebamba». Tesis de pre grado, Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Palacios, Abdón, María Rodríguez, y Gerardo Barajas. 2010. «Tratamiento electrostático (ESP) del AGUA PARA RIEGO». Recuperado 29 de noviembre de 2020 (<https://docplayer.es/8265786-Tratamiento-electrostatico-esp-del-agua-para-riego.html>).
- Panno, S. V., K. C. Hackley, H. H. Hwang, S. E. Greenberg, I. G. Krapac, S. Landsberger, y D. J. Kelly. s. f. «Characterization and Identification of Na-Cl Sources in Ground Water». *Ground Water* 44(2):176-87.
- Paul, Michael J., y Judy L. Meyer. 2001. «Streams in the Urban Landscape». *Annual Review of Ecology and Systematics* 32(1):333-65. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114040.
- Piqueras, V. (2014). «Calidad físico-química del agua en los manantiales de los términos municipales de benafer, caudiel y viver (Castellón)». Tesis de pre grado Universidad Politècnica de València.
- Robles, Esperanza S., Elizabeth Ramírez, Ángel Durán, María E. Martínez, y María E. González. 2013. «Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del Acuífero Tepalcingo-Axochiapan, Morelos, México». *Avances en Ciencias e Ingeniería* 11.
- Rodríguez García, Rita, Carmen Martínez Muñoz, Domiciano Hernández Vizcaino, Jesús de Lucas Veguillas, y M<sup>a</sup> Luisa Acevedo de Pedro. 2003. «Calidad del agua de

- fuentes de manantial en la zona básica de salud de Sigüenza». *Revista Española de Salud Pública* 77(3):423-32. doi: 10.1590/S1135-57272003000300012.
- Ros, Antonio. 2011. «Calidad del agua y contaminación hídrica». Recuperado 29 de noviembre de 2020 (<http://www.mailxmail.com/curso-agua-calidad-contaminacion-1-2/calidad-agua-contaminacion-hidrica>).
- Severiche, Carlos, y Humberto González. 2012. «Evaluación analítica para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado». *Ingenierías USBMed* 3(2):6-11. doi: 10.21500/20275846.269.
- Trujillo, Eduardo, Verónica Martínez, y Nadia S. Flores. 2008. «Ajuste del Equilibrio Químico del Agua Potable con Tendencia Corrosiva por Dióxido de Carbono». *Información tecnológica* 19(6). doi: 10.4067/S0718-07642008000600010.
- Vásquez, S. (2017). «Caracterización fisicoquímica de la calidad del agua del manantial la Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017». Tesis de pre grado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca.
- Zamora, J. (2009). «Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre del 2008». 9(12):10.
- Zegarra, D. (2016). «Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del manantial Huañambra en José Gálvez-Celendín». Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Cajamarca Facultad de Ciencias Agrarias, Cajamarca.

ANEXOS

Anexo 1: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

10	NORMAS LEGALES	Miércoles 7 de junio de 2017 / El Peruano
<p><b>Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias</b></p>	<p>publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;</p> <p>De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;</p>	
<p><b>DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM</b></p>		
<p>EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p>		
<p>CONSIDERANDO:</p>	<p>DECRETA:</p>	
<p>Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;</p>	<p><b>Artículo 1.- Objeto de la norma</b> La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.</p>	
<p>Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;</p>	<p><b>Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua</b> Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.</p>	
<p>Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;</p>	<p><b>Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua</b> Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:</p>	
<p>Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;</p>	<p><b>3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional</b></p>	
<p>Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;</p>	<p><b>a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable</b> Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:</p>	
<p>Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;</p>	<p>- <b>A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</b> Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.</p>	
<p>Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;</p>	<p>- <b>A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional</b> Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.</p>	
<p>Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;</p>	<p>- <b>A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado</b> Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.</p>	
<p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;</p>	<p><b>b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación</b> Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente.</p>	
<p>Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;</p>		
<p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,</p>		

**- B1. Contacto primario**

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

**- B2. Contacto secundario**

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

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

**a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

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

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

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

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

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

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

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

**3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

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

**- Agua para riego no restringido**

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

**- Agua para riego restringido**

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

**b) Subcategoría D2: Bebida de animales**

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

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

**3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático**

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

**a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos**

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

**b) Subcategoría E2: Ríos**

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

**- Ríos de la costa y sierra**

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

**- Ríos de la selva**

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

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

**- Estuarios**

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

**- Marinos**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Artículo 8.- Sistematización de la información**

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

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

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

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

**Artículo 9.- Refrendo**

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

**DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**

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

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

**Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua**

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

**Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas**

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

**DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS**

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

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

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

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

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

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

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

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

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA  
DEROGATORIA**

Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

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

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD  
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN  
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS  
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES  
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN  
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA  
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**ANEXO**

**Categoría 1: Poblacional y Recreacional**

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

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

**14** **NORMAS LEGALES** Miércoles 7 de junio de 2017 /  **El Peruano**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Urano	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
<b>ORGÁNICOS</b>				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>n</sub> - C <sub>10</sub> )	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoforno	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
<b>BTEX</b>				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
<b>Organoclorados</b>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difeníl Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
<b>II. CIANOTOXINAS</b>				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
<b>III. BIFENILOS POLICLORADOS</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>6</sup>	<5x10 <sup>6</sup>

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

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub>).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N (NO<sub>2</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO<sub>2</sub>).

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

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{E_{\text{CA Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{E_{\text{CA Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{E_{\text{CA Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{E_{\text{CA Bromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y

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

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

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

**Nota 1:**

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

**Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación**

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

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

**Nota 2:**

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

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

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

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

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub>-).

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

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

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

**Nota 3:**

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

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoniaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>).

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>)

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

**Nota:**

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

(\*\*)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH<sub>3</sub>).

**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

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

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrín	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difeníl Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrín	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrín	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L	1		11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminfos	Huevo/L	1	1	**

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

(b): Después de filtración simple.

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

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

**Nota 4:**

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

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

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

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

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Carbamato</b>						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).  
 (b) Después de la filtración simple.

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

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

**Nota 5:**

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

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de  $\text{NH}_3$ ) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.

(2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de  $\text{NH}_3$ ).

**Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de  $\text{NH}_3$ )**

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

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

**Notas:**

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

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

**NOTA GENERAL:**

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.
- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2



Anexo 2: Resultados del laboratorio DIRESA-PUNO



DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL



Jr. José Antonio Encinas N°145 - Telef. 351519  
E-mail: labrefdiresapuno@gmail.com / http://www.diresapuno.gob.pe

ENSAYO FISICO QUIMICO DE AGUA  
RESULTADOS DE ANÁLISIS  
INFORME N° 062-Q/2020

SOLICITANTE : PITER GAMAL CHOQUE MESTAS.  
DIRECCION : DISTRITO PUNO.  
FUENTE DE ORIGEN : MANANTIAL.  
ESTACION DE MUESTREO : MANANTIAL F-UNKU-1.  
VOLUMEN DE MUESTRA : ENVASE BOTELLA DE POLIETILENO APROX. 600 mL  
FECHA DE RECEPCION : 27.07.2020.  
FECHA DE ANÁLISIS : 27.07.2020.  
LUGAR : DISTRITO PUNO PROVINCIA, PUNO, REGION-PUNO.  
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO DEL SOLICITANTE.

PARAMETROS	METODO ANALITICO	MUESTRA N° 01 CAPTACION MANANTIAL F-UNKU-1
ASPECTO	INSP. FISICA	NORMAL
COLOR (PtCo)	COLORIMETRICO	INCOLORO
TURBIEDAD (NTU)	TURBIDIMETRICO	1.84
TEMPERATURA (°C) EN LAB.	TERMOHIDROMETRO	13.1
PH	POTENCIOMETRO	7.42
CONDUCTIVIDAD uS/cm	CONDUCTIVIMETRO	211.7
TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS TDS (mg/L)	CONDUCTIVIMETRO	192.9
DUREZA TOTAL COMO CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	TITULOMETRICO	89.3
ALCALINIDAD TOTAL COMO CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	TITULOMETRICO	74.2
CLORUROS COMO Cl <sup>-</sup> (mg/L)	TITULOMETRICO	18.3
SULTADOS COMO SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	COLORIMETRICO	18.2
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/L)	COLORIMETRICO	0

DONDE: mg/L = Miligramos por litro  
N.D = No Determinado.

Referencia Bibliográfica: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potable y Residuales -American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation.20th Edition.

Puno, 31 de Julio del 2020.





**DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO**

**LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL**



Jr. José Antonio Encinas N°145 – Teléf. 351519  
E-mail: labrefdiresapuno@gmail.com / http://www.diresapuno.gob.pe

**ENSAYO FISICO QUIMICO DE AGUA  
RESULTADOS DE ANÁLISIS  
INFORME N° 063-Q/2020**

SOLICITANTE : PITER GAMAL CHOQUE MESTAS.  
DIRECCION : DISTRITO PUNO.  
FUENTE DE ORIGEN : MANANTIAL.  
ESTACION DE MUESTREO : MANANTIAL F-UNKU-2.  
VOLUMEN DE MUESTRA : ENVASE BOTELLA DE POLIETILENO APROX. 600 mL  
FECHA DE RECEPCION : 27.07.2020.  
FECHA DE ANÁLISIS : 27.07.2020.  
LUGAR : DISTRITO PUNO PROVINCIA, PUNO, REGION-PUNO.  
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO DEL SOLICITANTE.

PARAMETROS	METODO ANALITICO	MUESTRA N° 01 CAPTACION MANANTIAL F-UNKU-2
ASPECTO	INSP. FISICA	NORMAL
COLOR (PtCo)	COLORIMETRICO	INCOLORO
TURBIEDAD (NTU)	TURBIDIMETRICO	1.32
TEMPERATURA (°C) EN LAB.	TERMOMETRO	13.1
PH	POTENCIOMETRO	6.95
CONDUCTIVIDAD uS/cm	CONDUCTIVOMETRO	295.5
TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS TDS (mg/L)	CONDUCTIVOMETRO	269.6
DUREZA TOTAL COMO CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	TITULOMETRICO	99.4
ALCALINIDAD TOTAL COMO CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	TITULOMETRICO	79.2
CLORUROS COMO Cl (mg/L)	TITULOMETRICO	27.8
SULTADOS COMO SO <sub>4</sub> (mg/L)	COLORIMETRICO	14.0
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/L)	COLORIMETRICO	0

DONDE: mg/L = Miligramos por litro  
N.D = No Determinado.

Referencia Bibliográfica: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potable y Residuales - American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation. 20th Edition.

Puno, 31 de Julio del 2020.



Anexo 3: Imágenes toma y medición de muestras



Figura 14: Toma y medición muestra F-UNKU-1 punto de captación

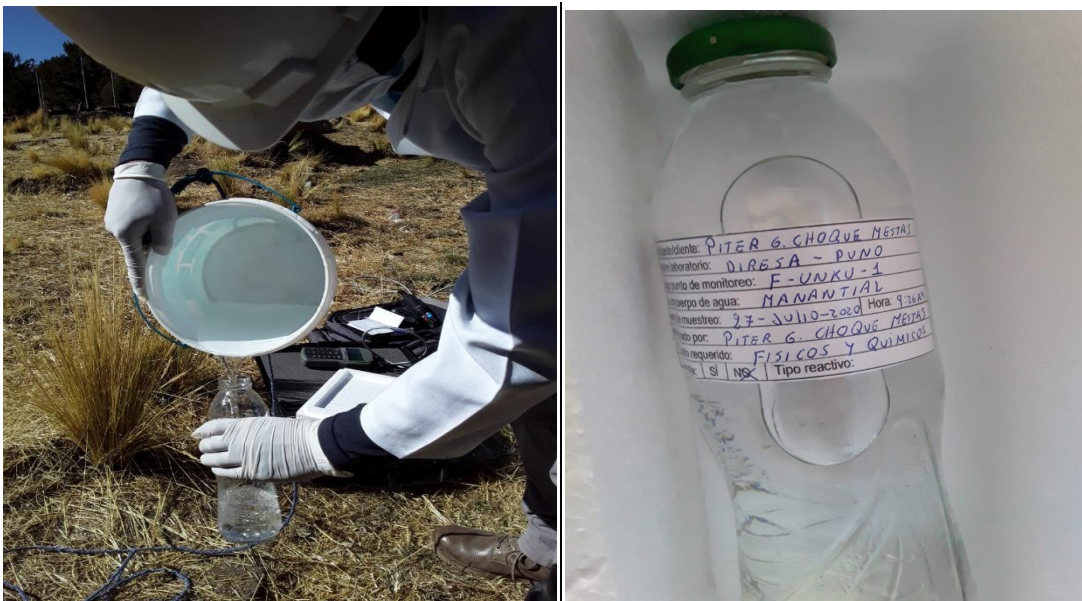


Figura 15: Llenado y rotulado de la muestra F-UNKU-1



Figura 16: Toma y medición muestra F-UNKU-2 punto de recepción final del agua

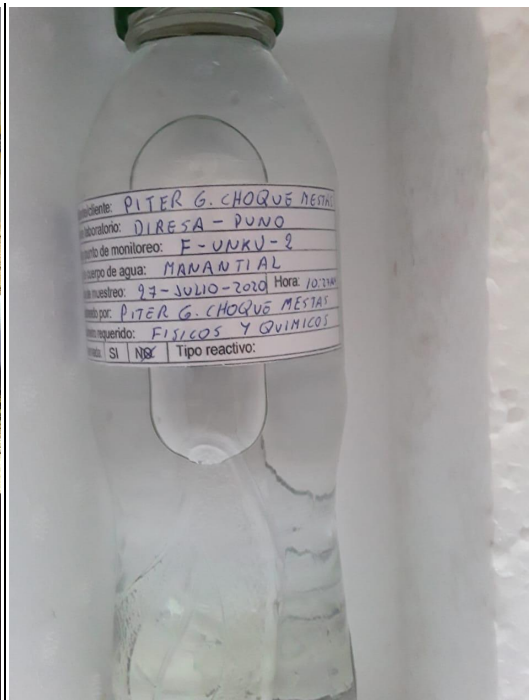


Figura 17: llenado y rotulado de muestra F-UNKU-2 punto de recepción final del agua

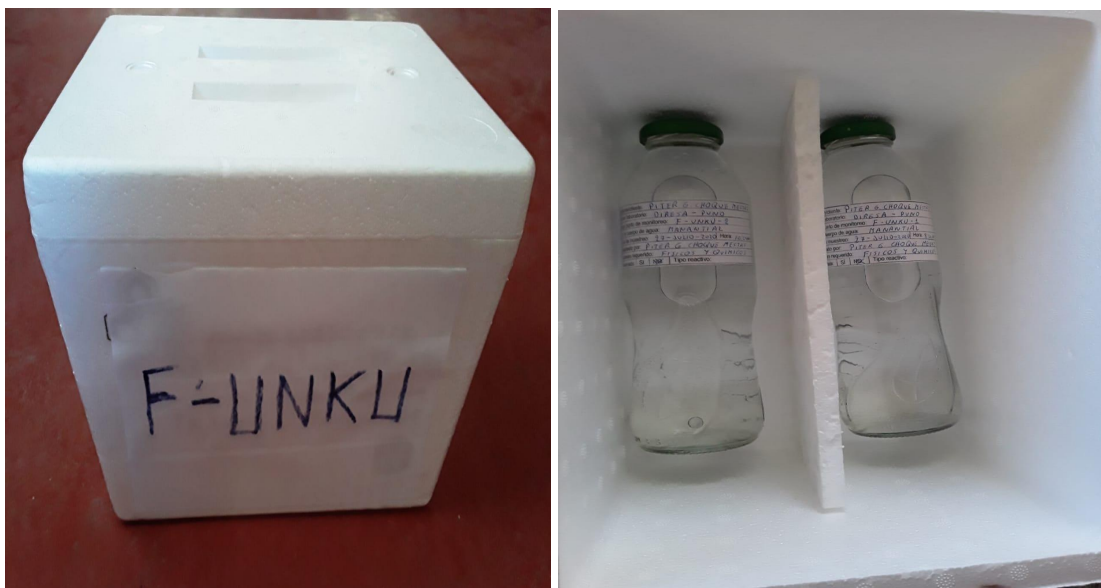


Figura 18: Muestras listas para el laboratorio



Figura 19: Serafin E. Flores Ramos Presidente del JASS del Barrio Alto Huascar

Anexo 4: Autorización para la intervención en el manantial Unkuñani

AUTORIZACIÓN

Yo, SEBASTIÁN B. FLORES RAMOS, Presidente de la  
J. A. A. S. S. Del Barrio Alto Huascar identificado con  
 DNI: 01208267, autorizo al señor: PETER G. CHOQUE  
MESTAS identificado con DNI: 41860438, para la intervención en el manantial  
 Unkuñani, con la finalidad de sacar muestras de agua para llevar a laboratorio.

ATENTAMENTE

29 de Julio del 2020

SEBASTIÁN B. FLORES RAMOS  
 DNI: 01208267

Y LEA, SANCHEZ

Y LEA, SANCHEZ



```
. ttest PH == 8.5, level(90)

One-sample t test
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[90% Conf. Interval]	
PH	2	7.185	.235	.3323402	5.701268	8.668732

```

mean = mean(PH)                                t = -5.5957
Ho: mean = 8.5                                degrees of freedom = 1

Ha: mean < 8.5                                Ha: mean != 8.5                                Ha: mean > 8.5
Pr(T < t) = 0.0563                            Pr(|T| > |t|) = 0.1126                            Pr(T > t) = 0.9437

```

```
. ttest Conductividad == 1500, level(90)

One-sample t test
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[90% Conf. Interval]	
Conduc~d	2	253.6	41.9	59.25555	-10.94619	518.1462

```

mean = mean(Conductividad)                    t = -29.7470
Ho: mean = 1500                                degrees of freedom = 1

Ha: mean < 1500                                Ha: mean != 1500                                Ha: mean > 1500
Pr(T < t) = 0.0107                            Pr(|T| > |t|) = 0.0214                            Pr(T > t) = 0.9893

```

```
. ttest Totaldesolidosresueltos == 1000, level(90)

One-sample t test
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[90% Conf. Interval]	
Totald~s	2	231.25	38.35	54.23509	-10.88237	473.3824

```

mean = mean(Totaldesolidosresueltos)        t = -20.0456
Ho: mean = 1000                                degrees of freedom = 1

Ha: mean < 1000                                Ha: mean != 1000                                Ha: mean > 1000
Pr(T < t) = 0.0159                            Pr(|T| > |t|) = 0.0317                            Pr(T > t) = 0.9841

```



```
. ttest DurezaTotal == 500, level(90)

One-sample t test
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[90% Conf. Interval]
Dureza~1	2	94.35	5.05	7.141778	62.46555 126.2344

```

mean = mean(DurezaTotal)                                t = -80.3267
Ho: mean = 500                                         degrees of freedom = 1

Ha: mean < 500                                         Ha: mean != 500                                         Ha: mean > 500
Pr(T < t) = 0.0040                                     Pr(|T| > |t|) = 0.0079                                     Pr(T > t) = 0.9960

```

```
. ttest AlcalinidadTotal == 150, level(90)

One-sample t test
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[90% Conf. Interval]
Alcali~1	2	76.7	2.5	3.535534	60.91562 92.48438

```

mean = mean(AlcalinidadTotal)                            t = -29.3200
Ho: mean = 150                                         degrees of freedom = 1

Ha: mean < 150                                         Ha: mean != 150                                         Ha: mean > 150
Pr(T < t) = 0.0109                                     Pr(|T| > |t|) = 0.0217                                     Pr(T > t) = 0.9891

```

```
. ttest Cloruros == 250, level(90)

One-sample t test
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[90% Conf. Interval]
Cloruros	2	23.05	4.75	6.717514	-6.94032 53.04032

```

mean = mean(Cloruros)                                    t = -47.7789
Ho: mean = 250                                         degrees of freedom = 1

Ha: mean < 250                                         Ha: mean != 250                                         Ha: mean > 250
Pr(T < t) = 0.0067                                     Pr(|T| > |t|) = 0.0133                                     Pr(T > t) = 0.9933

```

```
. ttest Sulfatos == 250, level(90)

One-sample t test
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[90% Conf. Interval]	
Sulfatos	2	16.1	2.1	2.969848	2.841122	29.35888

```

      mean = mean(Sulfatos)                                t = -1.1e+02
Ho: mean = 250                                           degrees of freedom =      1

      Ha: mean < 250                Ha: mean != 250                Ha: mean > 250
Pr(T < t) = 0.0029                Pr(|T| > |t|) = 0.0057                Pr(T > t) = 0.9971

```