

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.- MARCO TEÓRICO

a) Colifecales Número más Probable (NMP)

Los Coliformes Fecales son un subgrupo de los Coliformes Totales, capaces de fermentar la lactosa a 44°C en vez de 37°C como lo hacen los Totales.

Aproximadamente el 95% del grupo de los Coliformes presentes en heces de los animales están formados por *Escherichia coli*. Ya que los Coliformes Fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de los animales de sangre caliente.

En un principio las Colifecales NMP, es un método que fue empleado para estimar el número de microorganismos en muestras de alimentos y aguas. Sin embargo, se ha demostrado que también puede ser aplicado para la determinación de microorganismos aerobios y anaerobios en lodos, sedimentos marinos y suelos contaminados, por tanto este método es aplicable para estimar el número de microorganismos en muestras de suelo y agua, tanto para bacterias aerobias como anaerobias. (Packard, et al., 1969)

b) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer biológicamente la materia orgánica carbonacea. Se determina en laboratorio a una temperatura de 20°C y en 5 días. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua).

c) Oxígeno Disuelto (OD)

El Oxígeno Disuelto (OD) ha sido uno de los constituyentes no-conservativos (su concentración es variable), el Oxígeno Disuelto es importante en los procesos de fotosíntesis, oxidación-reducción, solubilidad de minerales y la descomposición de materia orgánica.

La distribución del oxígeno en cuerpos de agua naturales está determinada por el intercambio gaseoso a través de la superficie del agua, el intercambio gaseoso a través de la superficie del agua, la producción fotosintética, el consumo respiratorio y por procesos físicos de advección (movimientos horizontales del agua causado principalmente por variaciones de presión atmosférica cerca de la superficie) y difusión. (Packard, et al., 1969)

d) Sólidos en Suspensión

Los Sólidos en Suspensión es el material que se encuentra en fase sólida en el agua en forma de coloides o partículas sumamente finas, y que causa en el agua la turbidez. Cuanto mayor es el contenido de Sólidos en Suspensión, mayor es el grado de turbidez. (Hart et al., 1999).

e) Sólidos Sedimentables

Volumen que ocupan las partículas sólidas contenidas en un volumen definido de agua, decantadas en dos horas; su valor se mide en mililitros por litro (ml/l). (Ministerio de Medio Ambiente y Agua).

f) Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. (Espigares García, et al., 1999)

g) Definición de Río

Definido como una corriente natural de agua de flujo continuo y constante, dotado de caudal y velocidad; en este artículo lo circunscribimos al contexto ambiental, considerándolo como un flujo o sistema de vectores energéticos componente de un sistema mayor denominado el “ ciclo hidrológico del agua”, que permite la continuidad de complejas interrelaciones funcionales entre las diversas formas de energía representadas por el flujo líquido (océano), flujo gaseoso (atmósfera), el paleo flujo (litosfera) y los seres vivos. Por tanto, este componente vectorial (Río), permite

la interconexión energética funcional entre los tres estados de la materia y el cuarto estado plasmático representado por la energía del sol. (Kemmer, 1988).

h) Cuerpo de Agua

Arroyos, Ríos. Lagos y acuíferos, que conforman el sistema hidrográfico de una zona geográfica. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua).

i) Limite Permisible

Concentración máxima o mínima permitida, según corresponda, de un elemento, compuesto o microorganismo en el agua, para preservar la salud y el bienestar humanos y el equilibrio ecológico, en concordancia con las clases establecidas (Ministerio de Medio Ambiente y Agua).

j) Recurso Hídrico

Cuerpo de agua que cumple con los límites establecidos para cualquier de las clases A, B, C y D. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua).

k) Calidad del Agua

La Calidad del Agua se define como el conjunto de caracteres físicos químicos y biológicos que deben satisfacerse con el fin de que el agua que se suministra sea segura para el fin destinado. (DGCOH, 1982)

l) Agua Potable

El agua potable es aquella que cumple con un conjunto de normas establecidas por instituciones nacionales e internacionales y que se considera que no ocasiona daños a la salud del consumidor. (Montes de Oca, 2009).

1.2.-MARCO CONCEPTUAL

a) Turbidez

La Turbidez tiene una gran importancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas, por lo que puede ser indicio de contaminación. (Espigares García, et al., 1999.)

b) Temperatura

La Temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la Temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los Sólidos Disueltos y disminuyendo la de los gases. (Horne Goldman, 1992)

c) pH

El pH es un factor que mide el grado de acidez. No tiene un efecto directo sobre la salud, pero si influye en los procesos de tratamiento de agua. Por lo general las aguas naturales (no contaminadas) muestran un pH en el rango entre 5 y 9. Cuando las aguas son acidas, es común adicionar un álcali (por lo general, cal), para mejorar el proceso de coagulación. (Matsuura, 2003)

d) Color

El Color en el agua resulta de la presencia en solución de diferentes sustancias como iones metálicos naturales, humus y materia orgánica disuelta. Se clasifica como “color verdadero” al que depende solamente el agua y sustancias disueltas, mientras el “aparente” es el que incluye las partículas en suspensión (que a su vez generan turbidez). (Saldivar, 2007)

e) Prevención

Disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro de la calidad del agua. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua).

1.3. MARCO LEGAL

a) Constitución Política del Estado: Según los artículos 373 y 376 se establece lo siguiente:

Artículo 373. El agua constituye un derecho fundamental para la vida, en el marco de la soberanía del pueblo. El estado promoverá el uso y acceso al agua sobre la base de principios de solidaridad, complementariedad, reciprocidad, equidad, diversidad y sustentabilidad.

Los recursos hídricos en todos sus estados, superficiales y subterráneos, constituyen recursos finitos, vulnerables, estratégicos y cumplen una función social, cultural y ambiental. Estos recursos no podrán ser objeto de apropiaciones privadas y tanto ellos como sus servicios no serán concesionados y están sujetos a un régimen de licencias, registros y autorizaciones conforme a ley.

Artículo 376. Los recursos hídricos de los Ríos, Lagos y Lagunas que conforman las cuencas hidrográficas, por su potencialidad, por la variedad de recursos naturales que contienen y por ser parte fundamental de los ecosistemas, se consideran recursos estratégicos para el desarrollo y la soberanía boliviana. El estado evitara acciones en las nacientes y zonas intermedias de los Ríos que ocasionen daños a los ecosistemas o disminuyan los caudales, preservara el estado natural y velara por el desarrollo y bienestar de la población.

b) Según la Ley 1333 del Medio Ambiente

Artículo 36. Las aguas en todos sus estados son de dominio originario del estado y constituyen un recurso natural básico para todos los procesos vitales. Su utilización tiene relación e impacto en todos los sectores vinculados al desarrollo, por lo que su protección y conservación es tarea fundamental del estado y la sociedad.

c) Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)

Artículo 1° La presente disposición legal reglamenta la ley de medio ambiente

N° 1333 del 27 de abril de 1992 en lo referente a la prevención y control de la contaminación hídrica en el marco del desarrollo sostenible.

Artículo 2° El presente reglamento se aplicara a toda persona natural o colectiva, publica privada, cuyas actividades industriales, comerciales, agropecuarias, domesticas, recreativas y otras, puedan causar contaminación de cualquier recurso hídrico.

Artículo 4° Esta clasificación general de cuerpos de agua; en relación con su aptitud de uso, obedece a los siguientes lineamientos:

Clase “A” Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorios.

Clase “B” Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

Clase “C” Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.

Clase “D” Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de pre sedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales

Cuadro N°1
CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU APTITUD DE USO

N°	Usos	Clase “A”	Clase “B”	Clase “C”	Clase “D”
1	Para abastecimiento de agua potable después de:				
	Solo una desinfección y ningún tratamiento	SI	NO	NO	NO
	Tratamiento solo físico y desinfección	NO necesario	SI	NO	NO
	Tratamiento físico-químico completo coagulación, floculación, filtración y desinfección	NO necesario	NO necesario	SI	NO
	Almacenamiento prolongado o pre sedimentación, seguido de tratamientos.	NO necesario	NO necesario	NO necesario	SI
2	Para recreación de contacto primario, natación, esquí, inmersión	SI	SI	SI	NO
3	Para protección de los recursos hidrobiológicos.	SI	SI	SI	NO
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cascara delgada, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella	SI	SI	NO	NO
5	Para abastecimiento industrial	SI	SI	SI	SI
6	Para la cría natura/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana	SI	SI	SI	NO
7	Para abrevadero de animales	NO(*)	SI	SI	NO
8	Para la navegación(***)	NO(**)	SI	SI	SI

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Agua

(SI) Es aplicable, puede tener todo los usos indicados en las clases correspondientes

(*)NO en las represas usadas para abastecimiento de agua potable

(**)NO a navegación a motor

(***)NO aplicable a acuíferos

d) Norma Boliviana NB512-04 “Agua Potable-Requisitos”

Agua Potable

Aquellas que por sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, se consideran apta para el consumo humano y que cumple con lo establecido en la presente norma.

Características Microbiológicas

Aquellas debidas a la presencia de bacterias y otros microorganismos nocivos a la salud humana.

Características Organolépticas

Aquellas que se detectan sensorialmente (sabor, olor, color) y que influyen en la aceptabilidad del agua

Características Químicas

Aquellas debida a elementos o compuestos químicos, orgánicos e inorgánicos que en concentraciones mayores a lo establecido en la norma, pueden causar efectos nocivos a la salud.

Características Físicas

Aquellas que miden las propiedades que influyen en la calidad del agua: Color, Turbiedad, Solidos Totales y Solidos Totales Disueltos; resultantes de la presencia de un número de constituyentes físicos

e) Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano “NB 512”

Parámetros de Control de Calidad del Agua

En atención a la Norma Boliviana NB 512, los parámetros de control de la calidad del agua para consumo humano que deben realizar la Entidad Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (EPSA), se agrupan de acuerdo a su

factibilidad técnica y económica en los siguientes grupos: Control Mínimo, Control Básico, Control complementario y Control Especial.

f) NB 689 Instalaciones de Agua –Diseño para Sistemas de Agua Potable

Análisis de Parámetros Básicos para la Caracterización

El análisis de los parámetros básicos debe ser determinado en base a la información de campo obtenida y en consideración a la formación geológica de la fuente, usos del suelo, agricultura, existencia de industrias, minería u otras de relevancia y que tengan influencia en la calidad de las aguas.

Necesariamente se deben realizar los análisis de los parámetros Físico-Químico y Microbiológico que permitan clasificar las aguas.

Caracterización de las Aguas en poblaciones menores a 10000 Habitantes

Para la caracterización de las aguas no tratadas, destinadas a consumo humano en poblaciones menores a 10000 habitantes, se deben realizar los análisis en laboratorios especializados, por personal técnico capacitado que determinen la composición de las mismas en consideración a los parámetros físico-químicos y microbiológicos.

Cuadro N° 2
PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES

N°	PARÁMETROS
1	pH
2	Sólidos Disueltos Totales
3	DBO ₅
4	Colifecales NMP
5	Color mg Pt/l
6	Oxígeno Disuelto
7	Turbidez
8	Sólidos Sedimentables
9	Nitrógeno Total
10	Sólidos en Suspensión
11	Sulfato

Elaboración: Propia

No se tomaron en cuenta todos los parámetros establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, al realizar el recorrido en la zona de estudio del Río Tambo, y se pudo observar que en el lugar no existe Industrias cercanas al cuerpo receptor, como así también no se realiza ningún tipo de Actividad Minera y la Actividad Agrícola no es muy relevante, por encontrarse estas alejadas del cuerpo receptor.

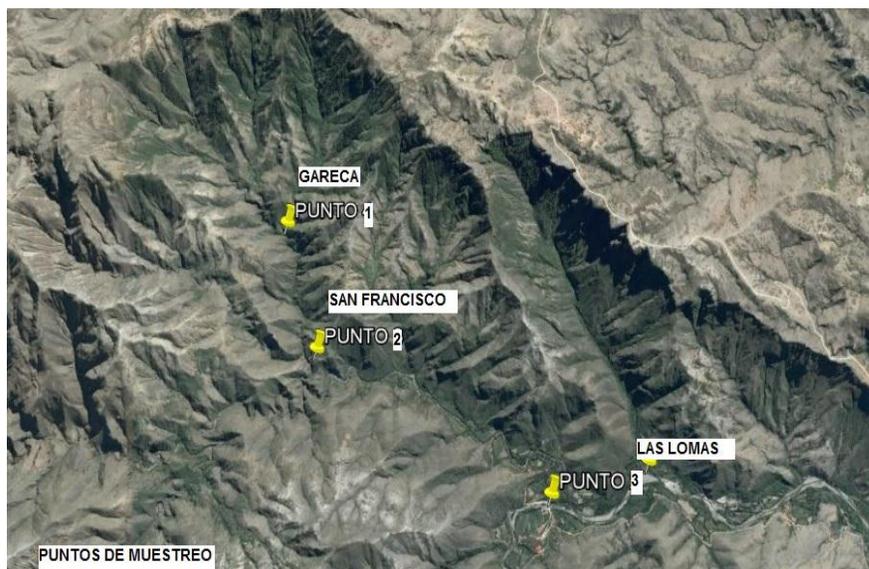
CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

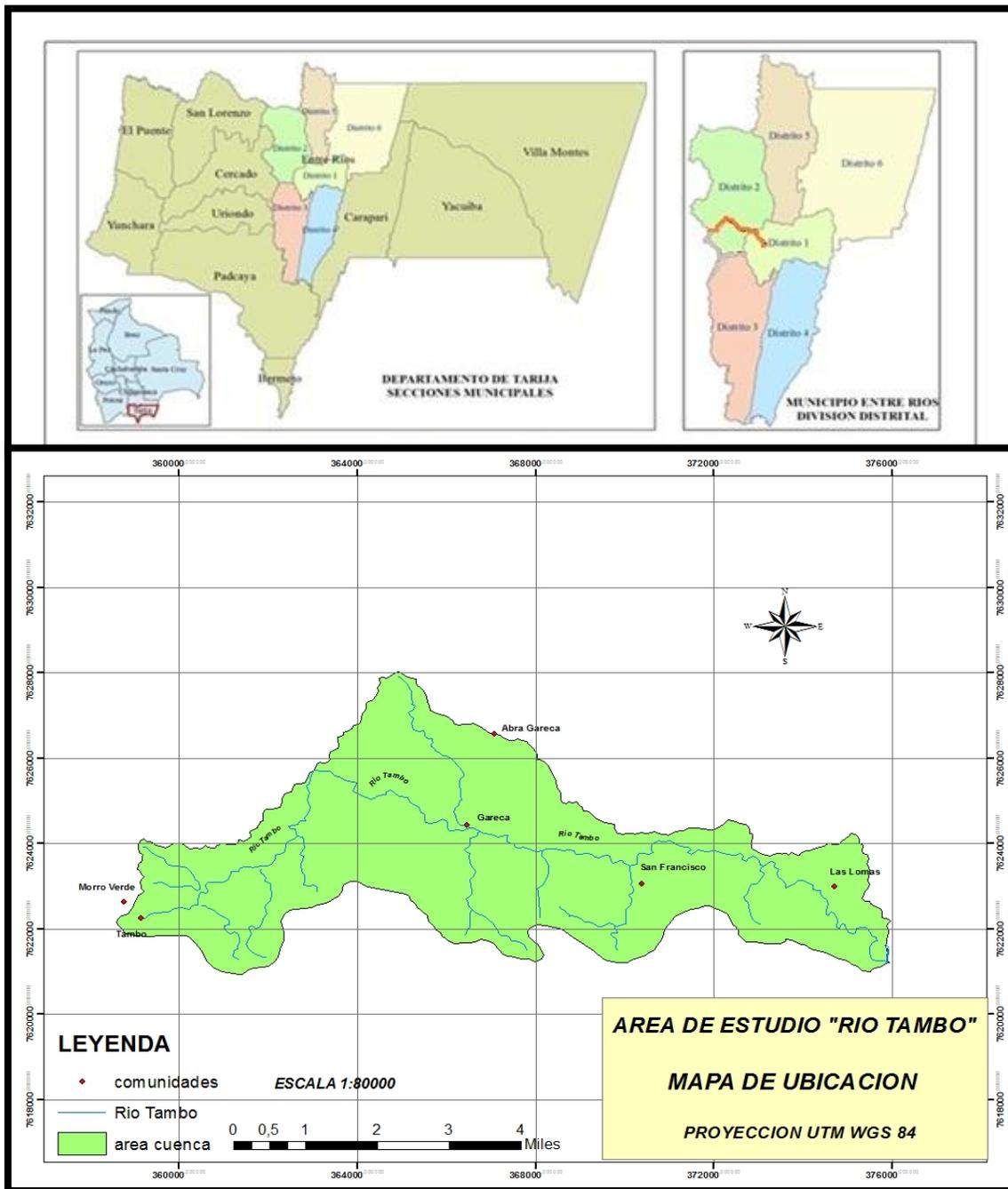
El trabajo de investigación se desarrolló en el Río Tambo, el cual abarca parte de los distritos I y II del Municipio de Entre Ríos, específicamente las comunidades de Gareca, San Francisco y Las Lomas. Se ubica al suroeste del Municipio de Entre Ríos, en la provincia O'Connor del Departamento de Tarija.

MAPA 1.
IMAGEN SATELITAL DEL ÁREA DE ESTUDIO (RÍO TAMBO)



MAPA 2

MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



2.2 COMPONENTE BIOFÍSICO

2.2.1. Clima

El Clima es uno de los elementos de mayor importancia del medio biofísico y en los ecosistemas en general, ya que determina y controla de manera variable la meteorización de las rocas y de sus minerales componentes, modelado del relieve, naturaleza, desarrollo de la vegetación natural, actividad biológica del suelo, clase, aptitud y manejo de los suelos, como de los factores determinantes de la erosión del suelo.

Cuadro N° 3

TIPOS DE CLIMAS DEL DISTRITO I, DISTRITO II

Unidad Climática	Precipitación	Temperatura (°C)
Frio Húmedo	1.100 – 1.400	16 – 17
Frio Semihúmedo	1.000 – 1.100	16 – 18
Templado Semihúmedo	1.100 – 1.400	17 – 19

Fuente: ZONISIG 2000.

Estación Climatológica: El Pajonal.

2.2.2 Pluviometría

La época de lluvias empieza en los meses de Noviembre y Diciembre y concluye en los meses de Marzo y Abril, mientras que la época seca abarca normalmente entre los meses de Mayo hasta parte de Octubre, existiendo algunos años excepcionales que pueden adelantarse o atrasarse.

De acuerdo a los datos registrados en la estación de El Pajonal, la precipitación ocurrida en un año normal oscila alrededor de los 1.150,0 mm, lo que indica que el área recibe un buen aporte hídrico de lluvias.

2.2.3. Temperaturas

El área de estudio, debido a su situación geográfica, se encuentra sometida a frecuentes intercambios de masas de aire tropical y polar. En gran parte del año, bajo la influencia del sistema de alta presión del Atlántico Sur, se producen las lluvias,

mientras que los vientos que provienen del Norte o Noreste son cálidos y secos provocando ocasionalmente temperaturas superiores a los 40° C, incluso en los meses de Agosto a Octubre.

Temperatura media anual es de 17°C con variaciones mensuales que van desde los 22,6°C los meses de verano hasta los 13,9°C en invierno.

Estación Climatológica: El Pajonal

2.2.4. Humedad Relativa

Según datos de la estación climatológica de El Pajonal, la humedad relativa media anual es del 72%, en los meses de Agosto a Noviembre es de 65 %, mientras que en el periodo Diciembre a Julio es del 76 %.

Cuadro N° 4

HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
74	77	79	79	77	73	70	64	65	64	68	71	72

Fuente: SENAMHI.

2.2.5. Vientos

En el área de estudio, normalmente los vientos más fuertes se presentan en los meses de Agosto a Noviembre, y en época lluviosa las precipitaciones generalmente llegan precedidas por fuertes vientos.

Los vientos son relativamente moderados, la velocidad media anual es de 6,5 km/hora, con una dirección Norte. En la época de mayor incidencia las velocidades oscilan desde 7,6 a 10,3 km/hora (Agosto – Noviembre) y en la época de menor incidencia la velocidad media es de 4,5 a 6,7 km/hora (Diciembre – Julio).

Fuente: SENAMHI.

Estación Meteorológica: El Pajonal

2.2.6. Principales cursos de Agua

El Río Tambo inicia su captación de agua en la zona denominada localmente como Morro Verde y cerro Yugo, siguiendo una dirección nor-este hasta la unión con el Río Peña Negra. Al unirse estos dos afluentes, el Río toma una dirección sud-este, pasando por la comunidad de Gareca y San Francisco, además aportan al Río las quebradas de Gareca, Cañón y Las Lomas y una importante red de afluentes menores, siguiendo su curso hasta la comunidad de Moreta, donde se une con el Río Trancas pasando a denominarse como Río Santa Ana.

2.2.7. Geología

Según la edad se identifican 4 sistemas de formación geológica, Terciario, Cretácico, Triásico, Carbónico.

Cuadro N° 5
LEYENDA GEOLÓGICA

Código	Edad	Litología
T	Terciario	Conglomerados, areniscas, limolitas y calizas
K	Cretácico	Lavas basálticas, areniscas, conglomerados, calizas y limolitas
TR	Triásico	Areniscas, calizas, margas, yeso y conglomerados
C	Carbónico	Limolitas, areniscas y conglomerados

Fuente: ZONISIG

2.2.8. Descripción Fisiográfica

a) Paisaje de Serranía Alta con disección fuerte

Ubicado en el sector Oeste del área, a una altitud entre los 1.900 a 2.900 msnm, comprende cimas y laderas de las serranías conocidas con el nombre de Cerro Yugos, cubiertas por una formación de vegetación herbácea graminoide baja sin sinusia arbustiva subalpina, y presenta una condición climática frío semihúmedo. Se caracterizan por tener disección fuerte, la litología corresponde lutitas y areniscas.

b) Paisaje de Serranía Media con disección moderada

Caracterizando parte de la cima de los cerros Gareca, Guerrero y zonas adyacentes a las comunidades de Gareca; paisaje con altitudes entre 1.200 a 2.500 msnm, cubierto por vegetación formada por bosques ralos, siempre verdes, semidecíduos, submontanos y matorrales siempre verdes semidecíduos, un clima dominante templado semihúmedo / frío semihúmedo, constituido por una litología conformada por limonitas, areniscas, caliza y otras rocas carbonatadas, el relieve es moderadamente escarpado a extremadamente escarpado (pendientes mayores a 60%).

2.2.9. Suelos

El Suelo es un componente muy importante en el medio físico de un ecosistema, es el soporte de la vegetación natural y de las actividades productivas del hombre a través de los cultivos agrícolas, ganadería en sus diferentes formas, agroforestería, aprovechamientos forestales y toda forma de ocupación del territorio orientada al aprovechamiento de los recursos naturales.

a) Asociación Cambisol – Leptosol

Se ubica en paisajes de montaña y serranía media (Cerros Gareca y Guerrero), la comunidad de referencia es Gareca. Suelos con pendiente extremadamente escarpada, cubiertos de un bosque denso estacional y una vegetación herbácea graminoide baja sinusia arbustiva, con pedregosidad y rocosidad común, profundos, presentan colores pardo a pardo oscuro a pardo rojizo oscuro, texturas variables franco arenoso y franco arcillo arenoso, los Cambisoles presentan una profundidad efectiva profunda (100 - 150 cm), por su parte los Leptosoles presentan una profundidad efectiva de superficial (30 – 50cm), el drenaje natural de estos suelos es algo excesivamente drenado en el caso de los Cambisoles y bien drenado a moderadamente bien drenado para los Leptosoles, pH fuertemente ácido a muy ácidos.

2.2.10. Vegetación

Aproximadamente el 80%(4.275km²) del territorio de la provincia O'Connor está cubierto por bosques de diferentes tipología y potencialidad, ubicados íntegramente en paisajes de serranías y colinas, estos paisajes dominan el 93% de la fisiografía de la provincia, según el “inventario y clasificación tipológica de bosques en la provincia O'Connor”

Cuadro N° 6

LEYENDA DE TIPO DE VEGETACIÓN DISTRITO I, DISTRITO II

Unidad	Clase de formación	Sub clase de formación	Grupo	Piso
1	Bosque denso	Siempre verde	Estacional	Nublado
2	Bosque ralo	Siempre verde	Semideciduo	Nublado
3	Bosque ralo	Caducifolio	Estacional	Sudmontano
4	Matorral	Siempre verde	Semideciduo	Nublado
5	Herbácea	Graminoide baja	Sinusia arbustiva	Montano

Fuente: ZONISIG

2.3. METODOLOGÍA

En el presente trabajo de investigación se empleó la metodología Descriptiva y Analítica, donde se procedió a revisar ordenadamente cada uno de los parámetros por separado, es decir el análisis de cada uno de ellos obtenidos en laboratorio.

- **Método Descriptivo:** El método descriptivo se utiliza con el fin de procesar completamente la información y transmitirla. Gran parte del método requiere métodos de observación que luego se traducen en datos utilizables. Usted debe caminar comprobando a través del proceso de observación, intervenciones y resultados. (Zorrilla, 1986).

Se realizó un recorrido a lo largo del Río Tambo, observando las actividades que realizan en la zona de estudio, se pudo observar que en el lugar no existe Industrias

cercanas al cuerpo receptor, como así también no se realiza ningún tipo de Actividad Minera y la Actividad Agrícola no es muy relevante, por encontrarse estas alejadas del cuerpo receptor. De esta manera conocer cómo puede estar influenciando en la calidad de las aguas.

- **Método Analítico:** El método analítico descompone una idea o un objeto en sus elementos (distinción y diferencia), y el sintético combina elementos, conexiona relaciones y forma un todo o conjunto (homogeneidad y semejanza), pero se hace aquella distinción y se constituye esta homogeneidad bajo el principio unitario que rige y preside ambas relaciones intelectuales (Montaner y Simón, 1887)
Después del procesamiento de los datos de laboratorio se procedió a realizar el análisis de los resultados y posteriormente comparar cada uno de los parámetros y así poder clasificarlos respectivamente. De acuerdo a lo establecido en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley de Medio Ambiente.

2.3.1. Método de muestreo

El método que se aplicó en el presente trabajo de investigación se basó al procedimiento establecido en la norma boliviana (NB) 496.

- ✓ **Muestreo:** La toma de muestra destinada al análisis físico químico y biológico se realizó a través de muestras simples y puntuales lo que también se considera que es lo más seguro, para evitar contaminación de las muestras.
- ✓ **Punto de muestreos:** El registro y ubicación de los puntos de muestreo
- ✓ **Identificación de punto de muestreos:** Todas las muestras deben ir claramente identificadas, llevando una etiqueta o tarjeta, consignando los datos detallados.
- ✓ **Procedimiento para la toma de muestras:** Para la elección del sitio y número de muestras se consideran los siguientes factores: profundidad, caudal y distancia a la orilla.

La muestra de cada punto se tomó lo más lejos de la orilla procurando no remover el fondo y evitando las curvas y zonas de estancamiento.

- ✓ **Envase:** Se utilizaron envases de plástico y vidrio, con un buen cierre. Previo a la toma de la Muestra, se enjuago tres veces con el agua a muestrear. La cantidad de

muestra necesaria para el análisis Físico, Químico, es de aproximadamente de 2 litros. Para el análisis Biológico se utilizó un frasco de vidrio esterilizado con capacidad de 500ml.

- ✓ **Transporte y conservación de muestras:** Se transportó los frascos en una conservadora con hielo.

2.3.2. Técnica de la observación

La técnica de la observación es una de las principales herramientas que utiliza el ser humano para ponerse en contacto con el mundo exterior, cuando la observación es cotidiana da lugar al sentido común y al conocimiento cultural y cuando es sistemática y propositiva, tiene fines científicos.(Alvarez J.L., 2009).

Se tomó en cuenta esta técnica para la elección de los sitios de muestreo y los sujetos a observar es decir las actividades socioeconómicas que se realizan a lo largo del Río.

2.3.3. Instrumentos

Dentro de los instrumentos que se utilizaron en la técnica de la observación fueron la Libreta de campo y las Fotografías.

Toma de muestras

Primer punto: Comunidad de Gareca.

Zona 20k

X: 367000.02m

Y: 7624568.25m

A: 2214m

Segundo punto: Comunidad San Francisco

Zona 20k

X: 368681.50m

Y: 7623793.84m

A: 2036m

Tercer punto: Comunidad de las Lomas

Zona 20k

X: 365934.18m

Y: 7622429.03m

A: 1286m

✓ **Procedimiento para la toma de Muestras**

- El envase se enjuaga tres veces con agua a muestrear, se sujetó el frasco por su base en posición invertida sumergiéndolo completamente y dándole la vuelta en sentido contrario a la corriente de río.
- Se tomaron 2000ml en envase de plástico para el análisis físico- químico.
- Para el análisis microbiológico se utilizó un envase de vidrio de 500ml.
- Los envases de cada una de las muestras se rotularon después de tomar las muestras.
- Transporte de las muestras: para garantizar las condiciones de cada muestra, estas se conservaron con hielo, posteriormente se llevaron al laboratorio de COSAALT.

2.3.4. Parámetros Analizados

El análisis se realizó en el laboratorio de COSAALT en la ciudad de Tarija, para la interpretación de la calidad del agua, se basaron en los siguientes parámetros: pH; Sólidos Totales Disueltos; DBO₅; Colifecales NMP; Color; Oxígeno Disuelto; Turbidez; Sólidos Sedimentables; Nitrógeno Total; Sólidos en Suspensión; Sulfatos.

2.4. MATERIALES

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- ✓ Envase de vidrio y plástico para el muestreo
- ✓ Conservador
- ✓ Hielo
- ✓ Etiquetas para la identificación de las muestras
- ✓ Computadora

- ✓ Bolígrafos
- ✓ Tablero

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS EN LOS LABORATORIOS DE COSAALT PARA LA CLASIFICACIÓN DEL CUERPO DE AGUA DEL RÍO TAMBO.

Según los análisis Físico, Químico y Biológico de COSAALT, determinaron los siguientes resultados en los tres puntos de muestreo.

CUADRO N° 7

PUNTO 1: GARECA

Resultados de los Parámetros Analizados

Parámetros	PUNTO 1 Resultados de laboratorio	Clase A	Clase B	Clasificación
pH	8,03	6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	A
Turbidez	1,26 UNT	<10 UNT	<50 UNT	A
Colifecales NMP	43 NMP/100ml	<50 NMP/100ml	<1000 NMP/100 ml	A
Color	10,00 mg/l	<10 mg/l	<50 mg/l	B
Sólidos Disueltos Totales	130,00 mg/l	1000 mg/l	1000 mg/l	A
DBO₅	2,22 mg/l	<2 mg/l	<5mg/l	B
Sulfatos	43,00 SO ₄ mg/l	300 SO ₄ mg/l	400 SO ₄ mg/l	A
Oxígeno Disuelto	8,25 mg/l	>80 mg/l	>70 mg/l	A
Nitrógeno Total	0,10 N mg/l	5 N mg/l	12 N mg/l	A

Como se observa en el cuadro N° 7, el análisis de los parámetros Físicos, el Color y la Turbidez, en forma conjunta le dan la calidad al agua en lo que se refiere a la aceptabilidad desde un punto de vista estético, que son muy importantes para el usuario o consumidor. Los parámetros Químicos, los Sulfatos, es relativamente bajo a comparación con el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, los Sólidos Disueltos Totales, en caso de presentar una alta concentración de los mismos ocasionara una baja calidad del agua, así como también contar con un mal sabor a

mineral en el agua, los valores de pH están cercanos a la neutralidad, los valores de pH con la vida de las especies acuáticas están comprendidos entre 5 y 9. El análisis de los parámetros Biológicos, el Oxígeno Disuelto, su concentración es importante para evaluar la calidad del agua, es un compuesto esencial para la respiración aeróbica y es un indicador de la actividad biológica, el DBO₅ da idea de la calidad del agua, desde un punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas, los Coliformes NMP está por debajo de lo establecido en el Reglamento.

Estos resultados pertenecen a la muestra tomada en el Río Tambo de la comunidad de Gareca donde el pH, Turbidez, Colifecales NMP, Sólidos Disueltos Totales, Sulfatos, Oxígeno Disuelto y el Nitrógeno Total están en clase A. El Color y DBO₅ en clase B.

CUADRO N° 8
PUNTO 2: SAN FRANCISCO

Resultados de los Parámetros Analizados

Parámetros	PUNTO 2 Resultados de laboratorio	Clase A	Clase B	Clasificación
pH	8,4	6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	A
Turbidez	1,20 UNT	<10 UNT	<50 UNT	A
Colifecales NMP	23 NMP/100ml	<50 NMP/100ml	<1000 NMP/100ml	A
Color	10,00 mg/l	<10 mg/l	<50 mg/l	B
Sólidos Disueltos Totales	132,00 mg/l	1000 mg/l	1000 mg/l	A
DBO₅	1,98 mg/l	<2 mg/l	<5 mg/l	A
Sulfatos	40,00 SO ₄ mg/l	300 SO ₄ mg/l	400 SO ₄ mg/l	A
Oxígeno Disuelto	8,25 mg/l	>80 mg/l	>70 mg/l	A
Nitrógeno Total	0,07 N mg /l	5 N mg/l	12 N mg/l	A

Como se observa en el cuadro N° 8, estos resultados pertenecen a la muestra tomada en el Río Tambo de la comunidad de San Francisco, donde el pH, Turbidez, Colifecales NMP, Sólidos Disueltos Totales, Sulfatos, Oxígeno Disuelto, DBO₅ y el Nitrógeno Total están en clase A. El Color esta en clase B.

En la formación del Color en el agua, interviene, entre otros factores, el pH, la Temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados. Debido a que el Color del agua se origina, en muchos casos por compuestos de la naturaleza orgánica, se recomienda que la desinfección se la realice después que esta haya sido removida. Los parámetros considerados en el estudio están relacionados con las características Físicas, Químicas que comprenden básicamente: pH, Turbidez, Sólidos Disueltos Totales, Nitrógeno Total, Sulfatos, y las características Biológicas, DBO₅, Oxígeno Disuelto, los cuales cumplen con lo establecido en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

CUADRO N° 9

PUNTO 3: Las Lomas

Resultados de los Parámetros Analizados

Parámetros	PUNTO 3 Resultados de laboratorio	Clase A	Clase B	Clasificación
pH	8,44	6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	A
Turbidez	2,03 UNT	<10 UNT	<50 UNT	A
Colifecales NMP	210 NMP/100ml	<50 NMP/100ml	<1000 NMP/100ml	B
Color	11,00 mg/l	<10 mg/l	<50 mg/l	B
Sólidos Disueltos Totales	166,00 mg/l	1000 mg/l	1000 mg/l	A
DBO₅	2,16 mg/l	<2 mg/l	<5 mg/l	B
Sulfatos	42,00 SO ₄ mg/l	300 SO ₄ mg/l	400 SO ₄ mg/l	A
Oxígeno Disuelto	8,20 mg/l	>80. mg/l	>70 mg/l	A
Nitrógeno Total	0,07 N mg /l	5 N mg/l	12 N mg/l	A

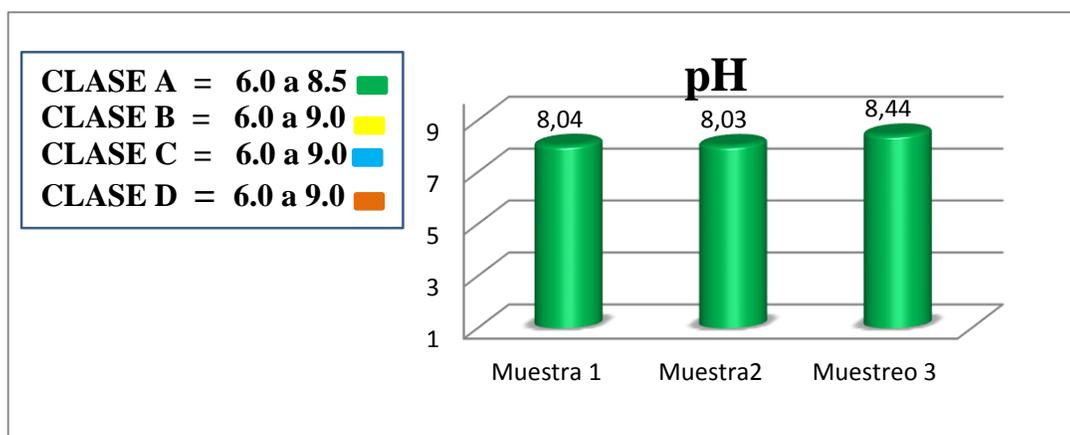
Analizando el cuadro N° 9, estos resultados pertenecen a la muestra tomada en el Río Tambo de la comunidad de Las Lomas, donde los parámetros de Color, Colifecales NMP y DBO₅, están dentro de la clase B, el alto contenido de bacterias Coliformes pueden producir problemas de Sabor, Color y Olor, así como innumerables enfermedades, el Color puede estar influenciado debido a la presencia de humus, materia orgánica y contaminantes domésticos, el DBO₅, este parámetros es importante para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación Bioquímica de la materia orgánica en las aguas, nos permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos sobre la calidad de las aguas.

Como se muestra en las tablas N° 7, N° 8 y N° 9, estas aguas del Río Tambo presentan una clasificación de clase B, como lo establece el RMCH, que al mismo tiempo establece su uso para el abastecimiento domestico de agua potable después de un tratamiento Físico y de Desinfección

3.1.2.-Clasificación de los Parámetros establecidos en el RMCH de la ley 1333.

- ❖ La Clasificación de los Parámetros establecidos en el RMCH en los 3 puntos de muestreo:

Gráfico N° 1
pH



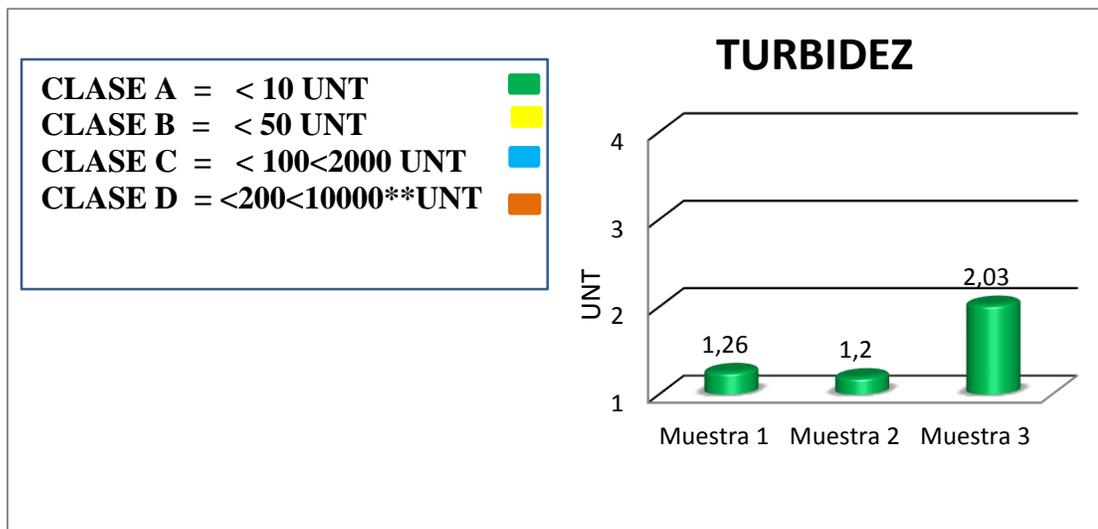
Elaboración: Propia

Esto representa a las muestras tomadas de los tres puntos de muestreo de las comunidades de: Gareca, San Francisco y Las Lomas, como se muestra en las tablas N° 7, N° 8 y N° 9, que se encuentran dentro de la clase A. Los resultados de este parámetro están dentro de lo establecido en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, el pH del agua puede interferir en los resultados al momento de implementar métodos de desinfección y es un indicativo importante al momento de decidir que método utilizar. Estos valores de pH están cercanos a la neutralidad, los valores de pH con la vida de las especies acuáticas están comprendidos entre 5 y 9. El pH del agua depende de la concentración de anhídrido carbónico, consecuencia de la mineralización de las sales presentes en el agua.

- En el punto 1: el pH es 8,04 y pertenece a la clase A
- En el punto 2: el pH es 8,03 y pertenece a la clase A.
- En el punto 3: el pH es 8,44 y pertenece a la clase A.

Gráfico N° 2

Turbidez



Elaboración: Propia

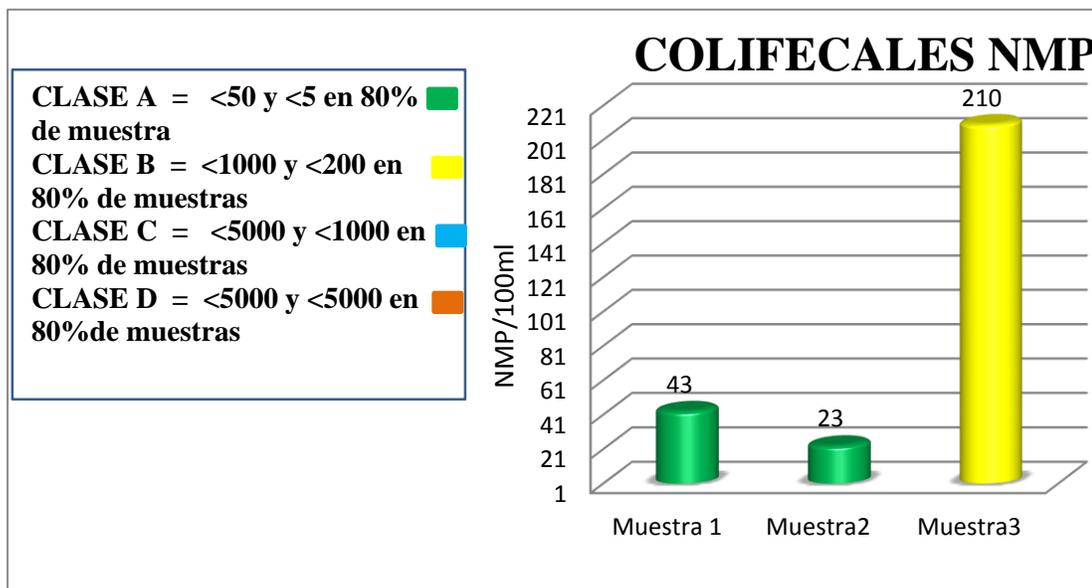
Esto representa a las muestras tomadas de los tres puntos de muestreo de las comunidades de: Gareca, San Francisco y Las Lomas, como se muestra en las tablas N° 7, N° 8 y N° 9, que se encuentran dentro de la clase A. La turbidez es importante en aguas potables, pues las pequeñas partículas coloidales, pueden portar gérmenes patógenos. En cursos naturales de agua la turbidez produce una falta de penetración de la luz natural por tanto modifica la flora y fauna acuática. La turbidez resultó relativamente baja debido a que no existía una alta concentración de sólidos ni arrastre de material que pudiera provocar alta turbidez en el agua. Igualmente este parámetro fue bajo en comparación con el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

- En el punto 1: la turbidez es 1,26 UNT y pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.
- En el punto 2: la turbidez es 1,2 UNT y pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.

- En el punto 3: la Turbidez es 2,03 UNT pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.

Gráfico N° 3

Colifecales NMP



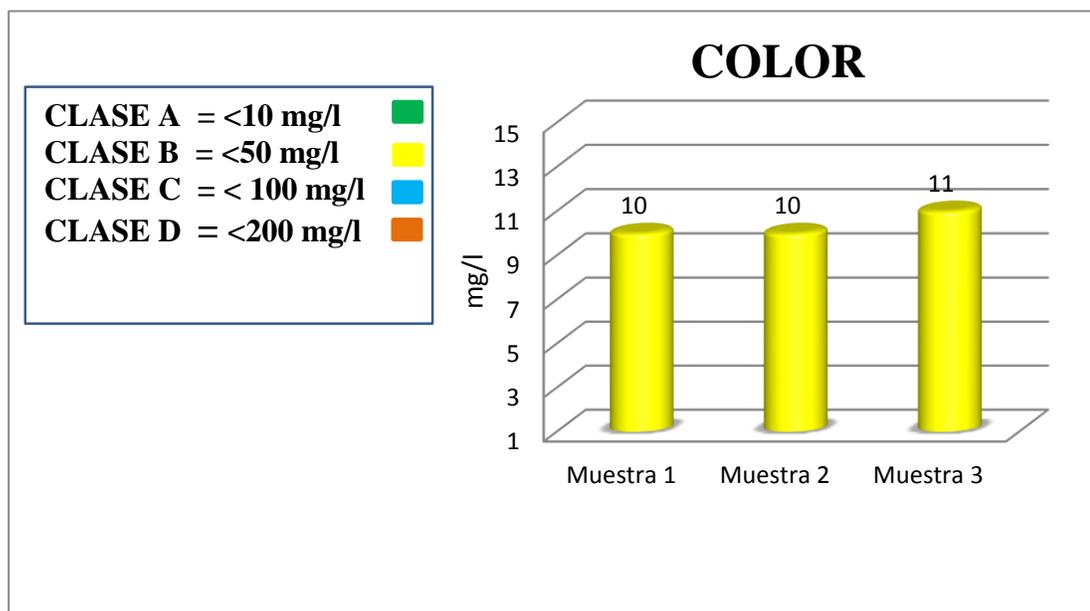
Elaboración: Propia

Esto representa a las muestras tomadas de los tres puntos de muestreo de las comunidades de: Gareca, San Francisco y Las Lomas, como se muestra en las tablas N° 7, N° 8 y N° 9, que se encuentran dentro de la clase A y clase B. Como muestra la gráfica N°3 correspondiente a la Muestra 3, tomada en la Comunidad de Las Lomas está más elevado esto se debe a la presencia de organismos Colifecales, en época de estiaje suele ocasionar el incremento de estos microorganismos.

- En el punto 1: Colifecales NMP es 43 NMP/100ml y pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.
- En el punto 2: Colifecales NMP es 23 NMP/100ml y pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.
- En el punto 3: Colifecales NMP es 210 NMP/100ml pertenece a la clase B ya que está dentro de los límites máximos permisibles.

Gráfico N° 4

Color

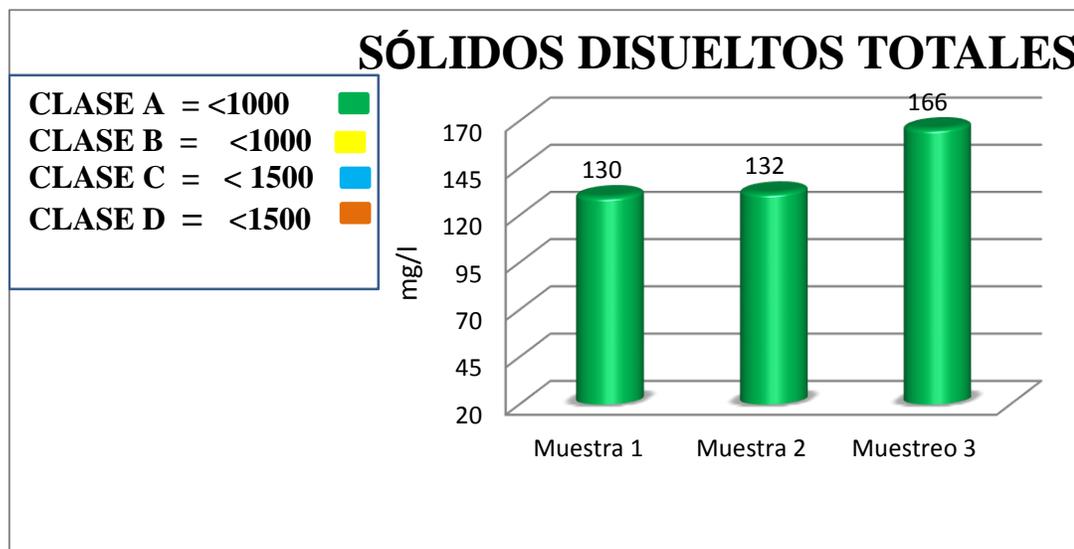


Elaboración: Propia

Esto representa a las muestras tomadas de los tres puntos de muestreo de las comunidades de: Gareca, San Francisco y Las Lomas, como se muestra en las tablas N° 7, N° 8 y N° 9, que se encuentran dentro de la clase B. El parámetro del Color constituye un aspecto importante en términos de consideraciones organolépticas. Los efectos del color se centran principalmente en aquellos derivados a la disminución de la transparencia, como así también en el crecimiento de las plantas acuáticas.

- el punto 1: El Color es 10 mg/l y pertenece a la clase B porque está dentro de los límites máximos permisibles.
- En el punto 2: El Color es 10 mg/l y pertenece a la clase B porque está dentro de los límites máximos permisibles.
- En el punto 3: El Color es 11 mg/l y pertenece a la clase B porque está dentro de los límites máximos permisibles.

Gráfico N° 5

Sólidos Disueltos Totales

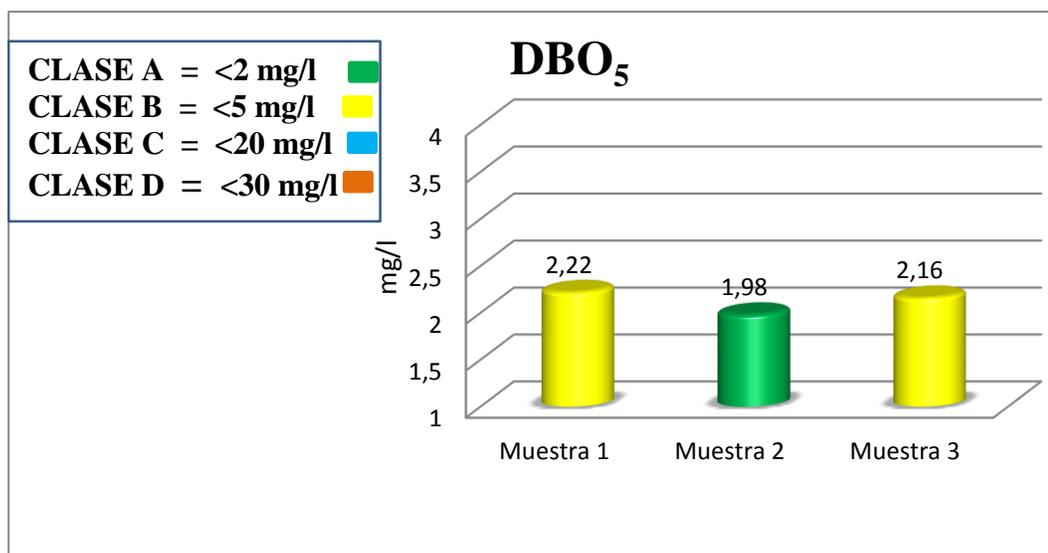
Elaboración: Propia

Esto representa a las muestras tomadas de los tres puntos de muestreo de las comunidades de: Gareca, San Francisco y Las Lomas, como se muestra en las tablas N° 7, N° 8 y N° 9, que se encuentran dentro de la clase A. Una alta concentración de Sólidos Disueltos ocasiona una baja calidad del agua y problemas de balance de agua para algunos organismos individuales, así como también contar con un mal sabor mineral en el agua. La presencia de Sólidos participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, también determina la salinidad del medio.

Como se observa en el gráfico N° 5, los tres puntos de muestreo pertenecen a la clase A, ya que los Sólidos Disueltos Totales están dentro de los límites máximos permisibles del RMCH.

- En el punto 1: Sólidos Disueltos Totales con un valor de 130 mg/l
- En el punto 2: Sólidos Disueltos Totales con un valor de 132 mg/l
- En el punto 3: Sólidos Disueltos Totales con un valor de 166 mg/l

Gráfico N° 6

DBO₅

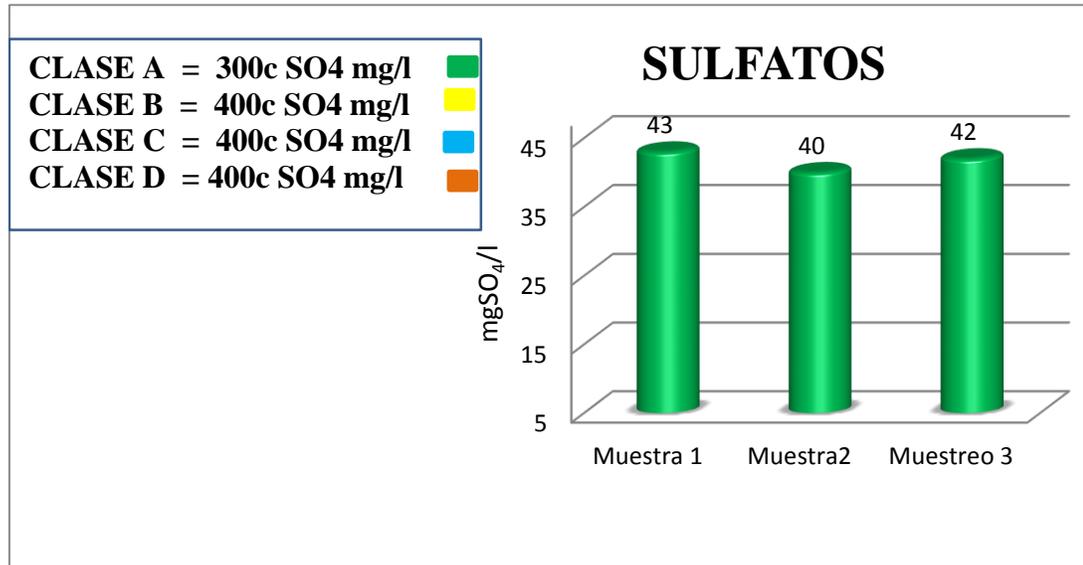
Elaboración: Propia

Esto representa a las muestras tomadas de los tres puntos de muestreo de las comunidades de: Gareca, San Francisco y Las Lomas, como se muestra en las tablas N° 7, N° 8 y N° 9, que se encuentran dentro de la clase A y B. Su valor del DBO₅ da idea de la calidad del agua, desde un punto de vista de la materia orgánica presente y permite saber cuánto de oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cual está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta.

- En el punto 1: El DBO₅ es 2,22 mg/l y pertenece a la clase B porque está dentro de los límites máximos permisibles.
- En el punto 2: El DBO₅ es 1,98 mg/l y pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.
- En el punto 3: El DBO₅ es 2,16 mg/l pertenece a la clase B ya que está dentro de los límites máximos permisibles.

Gráfico N° 7

SULFATOS



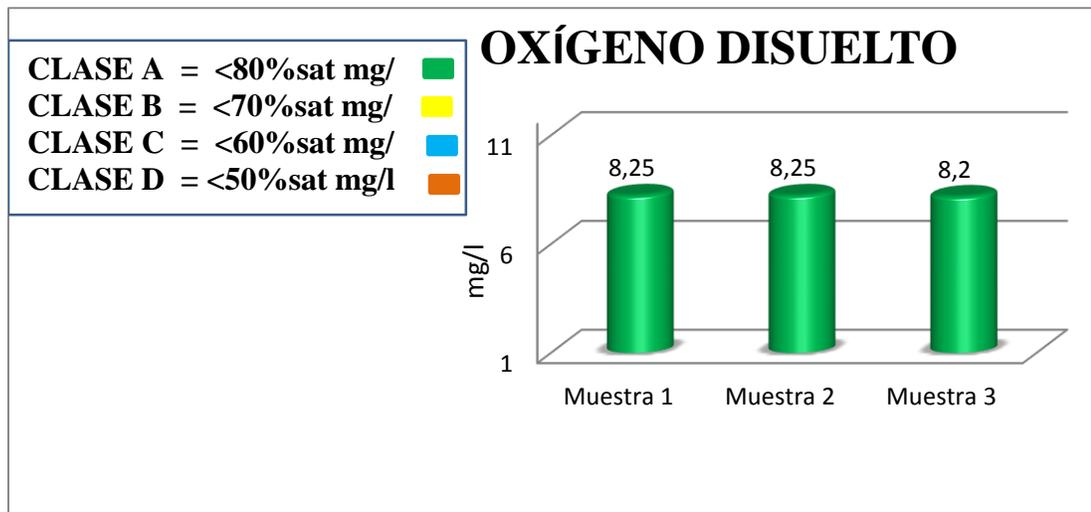
Elaboración: Propia

Esto representa a las muestras tomadas de los tres puntos de muestreo de las comunidades de: Gareca, San Francisco y Las Lomas, como se muestra en las tablas N° 7, N° 8 y N° 9, que se encuentran dentro de la clase A. Como se observa en la gráfica el contenido de Sulfatos es relativamente bajo a comparación con el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

- En el punto 1: Los Sulfatos tiene un valor de 43 mgSO₄/l
- En el punto 2: Los Sulfatos tiene un valor de 43 mgSO₄/l
- En el punto 3: Los Sulfatos tiene un valor de 43 mgSO₄/l

Gráfico N° 8

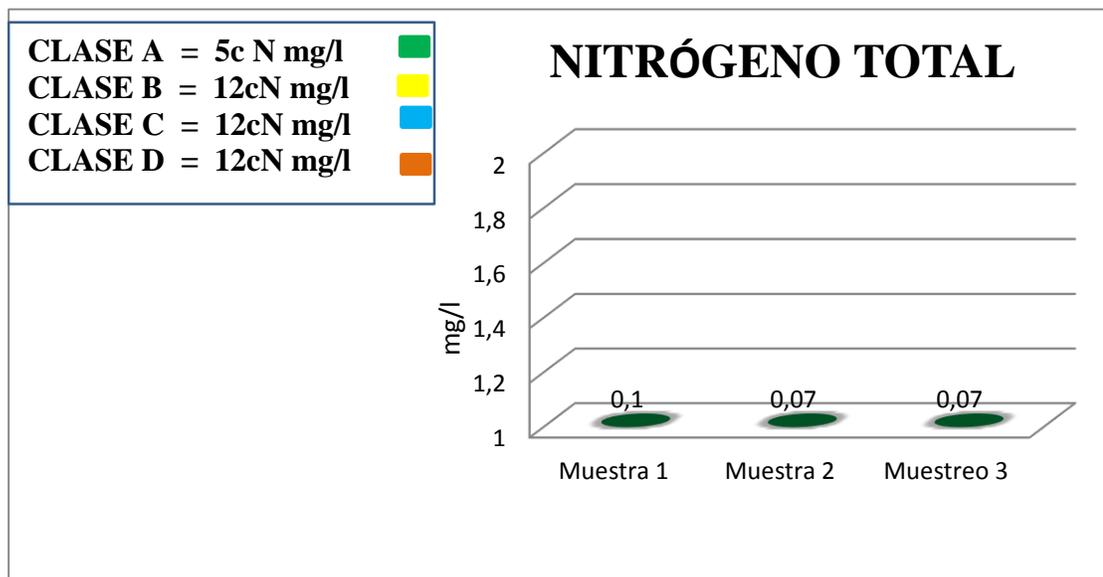
Oxígeno Disuelto

**Elaboración:** Propia

Esto representa a las muestras tomadas de los tres puntos de muestreo de las comunidades de: Gareca, San Francisco y Las Lomas, como se muestra en las tablas N° 7, N° 8 y N° 9, que se encuentran dentro de la clase A. No hubo variación significativa en dicho parámetro. Presentan valores mínimos requeridos para que exista vida de organismos acuáticos, la actividad fotosintética de las algas y otras plantas acuáticas, el Oxígeno Disuelto puede variar dependiendo de muchos factores, como ser la fotosíntesis, la respiración, penetración de la luz, disponibilidad de nutrientes, entre otros. Su concentración es importante para evaluar la calidad del agua, es un compuesto esencial para la respiración aeróbica y es un indicador de la actividad biológica.

- En el punto 1: El Oxígeno Disuelto es 8,25 mg/l y pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.
- En el punto 2: El Oxígeno Disuelto es 8,25 mg/l y pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.
- En el punto 3: El Oxígeno Disuelto es 8,2 mg/l y pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.

Gráfico N° 9
Nitrógeno Total



Elaboración: Propia

Esto representa a las muestras tomadas de los tres puntos de muestreo de las comunidades de: Gareca, San Francisco y Las Lomas, como se muestra en las tablas N° 7, N° 8 y N° 9, que se encuentran dentro de la clase A. El parámetro establecido analizado fue respectivamente bajo ya que no excedió con lo establecido en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. Varios compuestos de Nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso causa la eutrofización.

- En el punto 1: El Nitrógeno Total es 0,10 N mg/l y pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.
- En el punto 2: El Nitrógeno Total es 0,07 N mg/l y pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.
- En el punto 3: El Nitrógeno Total es 0,07 N mg/l y pertenece a la clase A porque está dentro de los límites máximos permisibles.

3.2.- PROPUESTA PARA EL USO DE LAS AGUAS DEL RÍO TAMBO, DE ACUERDO A SU APTITUD DE USO ESTABLECIDO EN EL RMCH.

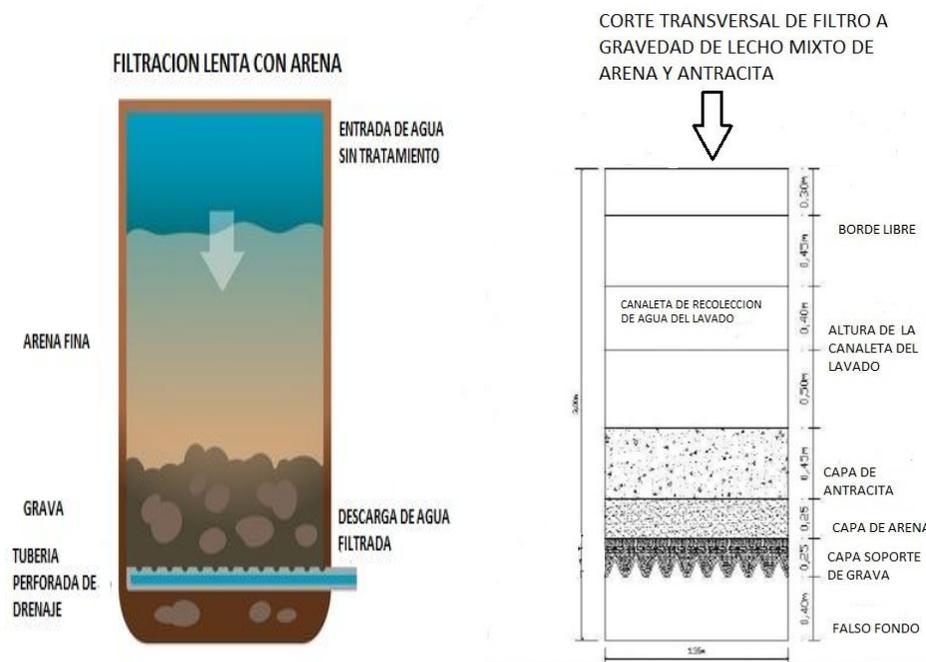
Se propone de acuerdo a los resultados obtenidos de los parámetros estudiados y analizados en laboratorio y estos clasificados según su aptitud de uso (RMCH), los cuales resultaron clase **B**.

❖ PARA ABASTECIMIENTO DOMESTICO DE AGUA POTABLE.

Se propone realizar un tratamiento Físico y una Desinfección.

- Para el tratamiento Físico de las aguas para consumo humano el método que se aplica en la actualidad es por medio de sistemas de Filtración, los cuales tratan el agua pasándola a través de lechos de materiales granulares por ejemplo arena, que retira y retiene los contaminantes. Los sistemas de filtrados convencionales, directos, lentos de arena y de tierra diatomácea hacen todos un buen trabajo al eliminar la mayoría de protozoos, bacterias y virus (si se usa la coagulación). Ver figura 1

Figura 1: Filtración lenta con Arena y Corte Transversal de Filtrado a Gravedad de lecho mixto de Arena y Antracita



- Para el Desinfección de las agua para consumo humano debe realizarse como uno de los últimos pasos en la planta de tratamiento de agua potable con la finalidad de eliminar los microorganismos patógenos y para prevenir que esta sea dañina para nuestra salud, la desinfección puede hacerse por medios químicos y físicos, entre los compuestos químicos más utilizados son: el Hipoclorito de Sodio (NaClO), Acido Hipocloroso, (HClO) Clorito de Sodio (NaClO_2), siendo el Cloro el más importante de los elementos para la desinfección de agua como también se puede aplicar para la desactivación de la actividad de la gran mayoría de los microorganismos y es relativamente barato.

❖ **PARA RECREACIÓN DE CONTACTO PRIMARIO**

Como segundo uso de acuerdo a la clasificación estas aguas se pueden usar para recreación de contacto primario: natación esquí, inmersión.

A esta clasificación se debe tomar en cuenta los criterios de calidad de las agua que se usan para evaluar la inocuidad del agua para la natación y otras actividades acuáticas, es precisamente para proteger la salud humana al prevenir la contaminación del agua con material fecal o microorganismos que podrían causar infecciones gastrointestinales y afecciones al oído, ojo y piel.

❖ **PARA PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS**

Como tercer uso de acuerdo a la clasificación estas aguas se pueden ser usadas para la protección de los recursos Hidrobiológicos.

Para esta clasificación se propone tomar en cuenta los parámetros Físicos Químicos, los parámetros de la calidad de las agua de interés son el Oxígeno Disuelto y que este puede causar la muerte a bajas concentraciones, así como Fosfato, Amonio y Nitrato que pueden causar cambios significativos en la estructura comunitaria si se descarga en cantidades excesivas

Para la protección de los recursos hidrobiológicos se debe tomar en cuenta:

- Evitar la utilización de explosivos, materiales tóxicos y sustancias contaminantes, la utilización de las mismas deben ser sancionadas.
- Por otro lado, la extracción, procesamiento y comercialización de especies tiene que respetar la talla mínima de captura.
- Se puede promover la producción de peces ornamentales en ambientes controlados, a fin de reducir la presión de la pesca en el medio natural y evitar la alta tasa de mortalidad durante su captura y transporte.

❖ PARA LA CRÍA NATURAL Y/O INTENSIVA (ACUICULTURA) DE ESPECIES DESTINADAS A LA ALIMENTACIÓN HUMANA

En esta clasificación para mejorar la calidad de las aguas para consumo de animales es importante tomar en cuenta los criterios de la calidad de las aguas, ya que si no se toman en cuenta estos criterios, el agua podría causar la muerte, enfermedad y crecimiento deficiente del ganado, las variables perjudiciales son los Nitratos, Sulfatos, Sólidos Disueltos Totales, varios metales y micro contaminantes orgánicos como plaguicidas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Se ha verificado que los parámetros Físico, Químico y Biológico analizados en las muestras tomadas en los tramos respectivos, guarda correspondencia con los parámetros que se encuentran en el RMCH, mínimos exigidos en la zona.
2. La determinación de la calidad de las aguas del Río Tambo es aceptable según el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, para clase **B**, debido a los parámetros de DBO₅ y Color.
3. Según los resultados obtenidos, las aguas del Río Tambo pueden ser mejor aprovechadas para consumo humano previo a un tratamiento físico y de desinfección.
4. La Hipótesis planteada consideramos que es verdadera, debido a que esta fuente hídrica se encuentra en clase **B**, por lo que sí puede ser tratada para su potabilización.

4.2 RECOMENDACIONES

Recomendar a los Estudiantes de la Carrera que a futuro pueden realizar el análisis del Rio Tambo en épocas de lluvias para poder tener resultados más concisos y realizar un estudio más profundo en los dos periodos, así se tendrá mejores y más concretos resultados.

Incentivar a la conservación de la cobertura vegetal y su relación con la disponibilidad del agua. Lo que permitirá optimizar el recurso agua y disponer del mismo para las futuras generaciones.

Brindar de una asistencia técnica a los pobladores para un mejor manejo y aprovechamiento del recurso hídrico y de esta manera mejorar la calidad de las aguas, sin que exista un deterioro ambiental y contaminación del recurso hídrico.

Sensibilizar y capacitar a técnicos institucionales para mejorar los servicios básicos en el área rural, fomentar la construcción de letrinas.

