

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental –
Celendín**



TESIS

Para optar el título profesional de: Ingeniero Ambiental

**RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE PECES, ANFIBIOS Y
CALIDAD DEL AGUA - RÍO GRANDE - CELENDÍN - CAJAMARCA**

PRESENTADO POR

BACHILLER: Vanesa Chávez Contreras.

ASESORES:

MSc. Manuel Roberto Roncal Rabanal

Ing. Jorge Silvestre Lezama Bueno.

CAJAMARCA – PERU

2016

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, a mis padres, hermanos, amigos y todas las personas que me apoyan y confían que con esfuerzo se puede lograr grandes cosas y gozar de muchas satisfacciones.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresarles un profundo agradecimiento a las siguientes personas e instituciones que con su apoyo desinteresado, han hecho posible la realización de esta tesis, permitiéndome así seguir adelante en el ejercicio de mi carrera profesional:

- A mis padres, por haberme enseñado a ser perseverante, responsable y constante en el logro de mis objetivos.
- A mis asesores: Manuel R. Roncal Rabanal y Jorge Lezama Bueno, por el apoyo y orientación en el desarrollo del trabajo de investigación.
- A la Ing. Giovana Chávez Horna, por la orientación durante el desarrollo del trabajo de laboratorio.
- A Pablo Venegas, por el apoyo en la identificación de anfibios.
- A Celedonio Aguilar Abanto, Por el apoyo durante la ejecución de los monitoreos.
- A la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental – Celendín, por el apoyo con equipos y laboratorio para la ejecución de la tesis.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
I. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Problema de investigación	8
1.2. Formulación del problema	9
1.3. Objetivo general	9
1.3.1. Objetivos específicos	9
1.4. Hipótesis de la investigación.....	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA	10
2.1. Antecedentes	10
2.2. Monitoreo ambiental.....	12
2.3. Calidad del agua.....	13
2.4. Comunidades biológicas	13
a) Peces.....	13
b) Anfibios.....	14
2.5. Parámetros físico químicos de calidad del agua.....	14
2.6. Estándares Nacionales de calidad Ambiental (ECA) para Agua.....	16
2.7. Índice de valor de importancia Ecológica (IVI).....	17
2.8. Índices de Diversidad.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. Ubicación.....	18
3.2. Materiales.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	45
APÉNDICE.....	51
GLOSARIO	54

RESUMEN

Durante los meses de noviembre de 2014 a febrero de 2015, se monitoreó peces y anfibios y se evaluó parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad del agua del río Grande - Celendín - Cajamarca, en los puntos de monitoreo MFQB -1, MFQB - 2, MFQB-3, MFQB- 4 y MFQB-5. Se logró identificar los géneros *Trichomycterus sp.*, *Tytocharax sp.*, *Pseudorinelepsis sp.*, *Gastrotheca sp.* y *Rhinella sp.*; estos géneros requieren para su desarrollo valores de oxígeno disuelto (OD) mayores a 3mg/L, potencial de hidrógeno (pH) entre los 7,4 a 8,8; temperatura entre los 16 -25 °C y valores de conductividad eléctrica (CE) inferiores a 1 000 µS/cm. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), sólidos totales (ST) y turbiedad, registraron valores elevados, influyendo en la reducción de ejemplares de *Tytocharax sp.*, *Pseudorinelepsis sp.* y *Rhinella sp.* durante los monitoreos de diciembre, enero y febrero. Los géneros registrados están distribuidos frecuentemente entre los puntos de monitoreo MFQB-1, MFQB-2 y MFQB-5. El mayor índice de valor de importancia (I.V.I) en peces fue para el género *Trichomycterus sp.* con 161,845%, en el caso de anfibios para el género *Gastrotheca sp.* con 155,817%. Del análisis de datos se obtuvo el valor de 0 para el índice de diversidad de Margalef (D_{Mg}) e índice de Shannon – Weaver (H); en cambio el índice de Menhinick (D_{Mn}) obtuvo valores ligeramente superiores, que variaron de 0,29 en peces a 0, 16 en anfibios; pero en ambos casos indicaron que la diversidad en el río Grande – Celendín para peces y anfibios es baja.

Palabras clave: peces, anfibios, calidad del agua, río Grande

ABSTRACT

During the months of November 2014 to February 2015, fish and amphibians were monitored and physico-chemical parameters were evaluated to determine the water quality of the “Rio Grande” - Celendín – Cajamarca, in the monitoring points MFQB -1, MFQB - 2 MFQB - 3, MFQB-4 and MFQB-5. the genres that could be identified were *Trichomycterus sp.*, *Tytocharax sp.*, *Pseudorinelepsis sp.*, *Gastrotheca sp.* and *Rhinella sp.* These individuals require for their development values of dissolved oxygen (DO) greater than 3mg / L, pH between 7.4 to 8.8 uPH, temperature between 16 -25 ° and electrical conductivity (EC) values less than 1 000 µS/ cm. The biochemical oxygen demand (BOD), totals solids (TS) and turbidity showed high values influencing in the reducing number of *Tytocharax sp.*, *Pseudorinelepsis sp.*, and *Rhinella sp.*, monitored during December, January and February. The genres registered are often distributed between the monitoring points MFQB -1, MFQB-2 and MFQB -5. The highest rate of importance in fish is for *Trichomycterus sp.* with 161.845 %, in the case of gender *Gastrotheca* amphibian sp. with 155.817%. From the data analysis a 0 value of Margalef diversity index (DMG) and Shannon - Weaver (H) ; instead the index Menhinick (NMD) scored slightly higher values , ranging from 0,29 fish to 0, 16 amphibians ; but in both cases they indicated that diversity in the Rio Grande - Celendín fish and amphibians is low.

Key words: fish, amphibians, water quality, “Rio Grande”

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para la vida y el desarrollo de los seres vivos, es empleada en la producción de alimentos, electricidad, en los medios de transporte, para la producción industrial, para el adecuado mantenimiento de la salud y es esencial para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas de la tierra; sin embargo, los sistemas loticos de agua dulce, más que ningún otro ecosistema son sensibles a modificaciones antrópicas que ocasionan contaminación, destrucción y degradación de hábitats.

El río Grande - Celendín, no es ajeno a los efectos de la contaminación antrópica en la calidad del agua, siendo necesario la realización de estudios que evidencien el estado actual de este recurso, pues está siendo usado como un punto de descarga para los desechos sólidos y aguas residuales procedentes de actividades antrópicas, lo que provoca la desaparición o reducción de las especies que conforman las comunidades bióticas.

Según el DS N° 015-2015- MINAM, la calidad del agua está categorizada en función al uso para el que esté destinada, esta categorización considera una serie de parámetros fisicoquímicos y biológicos para diferenciarlas unas de otras. Pese a que los parámetros fisicoquímicos, brindan información valiosa y precisa, está limitada debido a que detecta las condiciones existentes en el momento de la toma de la muestra y no considera los efectos de los contaminantes sobre las especies acuáticas. Esto ha generado que en las últimas décadas se preste mayor importancia a los organismos indicadores para determinar la calidad de los cuerpos de agua y la salud de los ecosistemas de manera complementaria.

Es importante indicar que los peces y anfibios forman parte de los organismos usados para detectar los cambios ocurridos en la calidad del agua. Los peces además de ser uno de los grupos más usados para este fin, tienen la ventaja de ser de fácil identificación, indican el efecto en la cadena alimentaria y están presentes en diversos cuerpos de agua.

Los anfibios en cambio, se han convertido en apropiados indicadores de la calidad del agua debido a la vulnerabilidad ante los cambios ambientales, la complejidad de su ciclo vital y la permeabilidad de su piel.

Es importante indicar que la presente investigación, toma como referencia de información los meses noviembre de 2014 a febrero de 2015, período en el cual se monitoreó peces y anfibios y evaluó parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad del agua del río Grande - Celendín - Cajamarca, el estudio usa métodos científicos para compilar y ponderar los hechos, pues es importante conocer si la investigación y las actividades antrópicas están produciendo resultados deseados en beneficio de la sociedad.

1.1. Problema de investigación

Los sistemas de agua dulce han sido alterados por la descarga de desechos producto de las actividades humanas, logrando convertirse en una de las causas principales de contaminación, ocasionando la desaparición o reducción de algunas especies que conforman las comunidades bióticas.

En nuestro medio, al realizar estudios en los sistemas de agua dulce no necesariamente se consideraba el monitoreo de comunidades biológicas como: peces y anfibios y tampoco la relación que existe con la calidad de agua en función a los parámetros fisicoquímicos; por lo tanto, no se genera información complementaria que permita obtener una línea de base para posteriores estudios que evidencien los efectos de la contaminación antrópica y la necesidad de establecer mecanismos de descontaminación y control para generar una perspectiva ambiental sustentable y una mejor calidad de vida para sus pobladores.

El río Grande – Celendín, no es ajeno a este tipo de contaminantes, por lo que es importante evaluar parámetros fisicoquímicos para determinar el estado de la calidad del agua y su relación con la presencia de comunidades biológicas como peces y anfibios presentes en el cuerpo de agua.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la relación que existe entre la presencia de peces y anfibios con la calidad del agua del río Grande – Celendín?

1.3. Objetivo general

Relacionar la presencia de peces y anfibios con la calidad del agua del río Grande- Celendín.

1.3.1. Objetivos específicos

- Identificar los géneros de peces y anfibios presentes en el río Grande - Celendín.
- Evaluar los parámetros fisicoquímicos: Potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), temperatura, sólidos totales (ST) y turbiedad en el río Grande - Celendín.

1.4. Hipótesis de la investigación

Existe relación entre la presencia de peces y anfibios con la calidad del agua del río Grande -Celendín.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

En el Perú se han realizado diversos estudios de la calidad del agua, entre ellos el que reportan Alarcón y Peláez (2012), quienes estudiaron la “Calidad del Agua del río Sendamal en la provincia de Celendín, región Cajamarca, Perú: determinación mediante uso de diatomeas” que permitió determinar la Calidad del agua del río Sendamal, mediante la evaluación de parámetros fisicoquímicos y biológicos (diatomeas) en cinco estaciones de muestreo.

El mencionado estudio concluyó que la calidad fisicoquímica del agua no excede los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, con excepción del potencial de hidrógeno (pH), fosfatos, nitritos y nitratos, parámetros que se incrementaron en la temporada húmeda, se logró demostrar una ligera contaminación orgánica, debido posiblemente a la cercanía de los cultivos y escorrentía formada por lluvias propias de la época. Esta situación se vio reflejada en los resultados del análisis del índice de diversidad de Shannon y Weaver para especies de diatomeas, el cual evidenció que el agua presentaba una Contaminación “Imperceptible” y “Leve”.

Por su parte Ortega et al. (2010), realizó el estudio sobre “Biota Acuática en la Amazonia Peruana: diversidad y usos como indicadores ambientales en el Bajo Urubamba (Cusco – Ucayali)”, se aplicó índices biológicos de calidad ambiental y conservación, basados en el monitoreo biológico de plancton bentos y peces realizado en cinco localidades del río Bajo Urubamba. De los resultados obtenidos se concluyó que el estado de conservación basado en la evaluación de peces e IBI, es entre buena y muy buena, el estudio mostro mejores condiciones de conservación de ambientes acuáticos en el Bajo Urubamba y menores condiciones en Tarapoto y Yurimaguas.

De igual manera, Perales (2008), realizó el estudio de “Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Grande de la provincia de Celendín”, con el objetivo de evaluar las características fisicoquímicas y bacteriológicas en las aguas que discurren por el río Grande en el distrito de Celendín en 8 estaciones de muestreo.

El estudio concluyó que los parámetros fisicoquímicos evaluados cumplen con los límites establecidos en la Ley General de Aguas y determino que las aguas del río Grande – Celendín son de naturaleza básica.

También es pertinente mencionar a Diéguez et al. (2006), quienes realizaron el estudio “Componente de la Calidad del Agua, Región Oriental de la Cuenca del Canal” con el objeto de determinar el grado de deterioro de la calidad ambiental al aplicar el IBI, e integrar la respuesta de bioindicadores (anfibios) a los cambios en su medio; para ello realizaron la evaluación fisicoquímica - microbiológica y el cálculo del índice de calidad del agua (ICA) en las microcuencas del canal.

Los resultados del estudio reportan que la calidad del agua al usar el ICA en base a los parámetros OD, T°, pH y DBO en siete de las nueve estaciones de muestreo están poco a moderadamente alteradas y solo en dos estaciones están clasificadas como muy alteradas; estos resultados tienen relación con la identificación de anfibios poco tolerantes presentes en zonas poco a medianamente alteradas y especies poco sensibles distribuidas en todos los puntos de evaluación.

Gómez (1995), evaluó la “Contaminación Ambiental en la Amazonia Peruana” con el objeto de estudiar la calidad del agua en áreas de mayor incidencia de actividades de explotación petrolera, procesamiento de coca y lavado de oro, en las comunidades adyacentes a las ciudades de Iquitos, Pucallpa, Tarapoto y la zona petrolera de Alto Tigre, teniendo en cuenta aspectos fisicoquímicos, bacteriológicos y evaluación de peces.

Los resultados muestran que en la zona petrolera de Alto Tigre donde se integra la evaluación fisicoquímica y el uso de bioindicadores (peces), las comunidades no presentan perturbaciones anatómicas ni fisiológicas y no se observa ningún signo de contaminación en ningún espécimen.

En Venezuela, Rodríguez y Taphorn (1993), llevaron a cabo el estudio denominado “Los peces como indicadores biológicos: aplicación del índice de integridad biótica (IBI) en ambientes acuáticos de los llanos de Venezuela”, con el objetivo de determinar el potencial de los IBI como método de uso estándar en el análisis y monitoreo de los ambientes acuáticos de la región, mediante el estudio de peces como organismos indicadores. El estudio determinó drásticas variaciones en el número de peces en los puntos afectados por vertimientos de aguas servidas y proliferación de especies en las estaciones libres de estas descargas, al mismo tiempo se obtuvo amplia información sobre la integridad biótica de los ambientes estudiados, y se logró establecer limitaciones para el uso del IBI y definir las condiciones adecuadas para posteriores usos.

2.2. Monitoreo ambiental.

Para Sors (1984) el monitoreo ambiental es una herramienta importante en el proceso de evaluación de impactos ambientales y en cualquier programa de seguimiento y control; también afirma que es un proceso de observación continua que implica la recolección sistemática de datos mediante equipos y metodología estandarizada que permite conocer la dinámica del objeto monitoreado.

Esta afirmación coincide con OEFA (2015), quien reporta que el monitoreo ambiental se realiza a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente, así como el estado de conservación de los recursos naturales.

Por su parte Kirkby (2004), define que el monitoreo ambiental es el registro periódico de observaciones sobre el desarrollo o estado del objetivo del monitoreo a fin de determinar si está cambiando.

Finalmente, Gonzales et al. (2007), manifiestan que la información recolectada puede utilizarse para caracterizar el comportamiento temporal del objeto, identificar tendencias, evaluar resultados y productos obtenidos.

2.3. Calidad del agua.

Está definida por sus características físicas, químicas, biológicas y por el uso al que esté destinado (Ramos et al. 2003). Además, se considera como el grupo de concentraciones, sustancias orgánicas e inorgánicas, composición y estado de la biota encontradas en el cuerpo de agua, pudiendo presentar variaciones espaciales y temporales debido a factores internos y externos (Campos, 2003).

2.4. Comunidades biológicas

a) Peces.

Granado (2002), manifiesta que los peces son animales de sangre fría, caracterizados por poseer vértebras, branquias y aletas, dependiendo primordialmente del agua. También afirma que los peces son los vertebrados más numerosos, estimándose que existen cerca de 50.000 especies vivientes, se estima que un 41 % viven en aguas dulces, localizándose además en el medio marino y zonas de estuarios.

Según Villanueva y Sainz (2008), la fauna piscícola en uno de los indicadores que deberá emplearse para evaluar el estado o calidad ecológica de los ríos.

b) Anfibios.

Hill (2006), afirma que los anfibios pertenecen a la clase de vertebrados anamniotas, tetrápodos y ectotérmicos, con respiración branquial en el periodo larvario y pulmonar en la adultez; esta metamorfosis permitió que los anfibios sean los primeros vertebrados que lograron adaptarse a una vida semiterrestre. Además, señala que los anfibios y reptiles pueden ser empleados como indicadores biológicos de la calidad ambiental debido a sus características ecológicas además de ser un eslabón importante de la cadena trófica.

Bustos (2004), reporta que el declive de los anfibios puede deberse a la modificación de hábitats, cambio climático, enfermedades epidémicas y acidez del medio.

Existen reportes a nivel mundial de disminuciones o desapariciones de anfibios; en el Perú son pocos los estudios sobre la desaparición de especies y las amenazas que los afectan (Aguilar et al. 2010).

2.5. Parámetros físico químicos de calidad del agua.

a) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

Roldan y Ramírez (2008), definen que la demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), es la medida de la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos para degradar la materia orgánica en condiciones aerobias durante 5 días y a 20 °C.

Por su parte, Henry y Heinke (1999), afirman que la DBO₅ es el parámetro más importante en el control de la contaminación del agua, este dato se utiliza como una medida de la contaminación orgánica, como una base para estimar el oxígeno necesario para los procesos biológicos.

b) Sólidos Totales (ST). Es la cantidad de materia sólida contenida por unidad de medida, son equivalentes a la suma de los sólidos disueltos y suspendidos en el agua, se expresan en miligramos de contaminante por litro de líquido (mg/L) (Castells 2009).

c) Turbiedad.

Según Jiménez (2001), la turbiedad mide que tanto es absorbida o dispersada la luz por la materia suspendida del agua.

En contraste Marín (2003) reporta que las partículas suspendidas (desde 10 nm hasta 0.1 nm) se pueden asociar en tres categorías: minerales provenientes de la erosión de suelos y roca; partículas orgánicas debido a la descomposición de restos vegetales y partículas filamentosas como lo filosilicatos.

d) Potencial de hidrógeno (pH).

Para Martínez et al. (2007), el potencial de hidrógeno es la medida de la acidez o naturaleza básica de una solución, considerado además como una medida del balance de los iones de H^+ o los iones hidroxilo OH^- en el agua. El pH se mide en la denominada escala de pH, que se inventó para describir el amplio rango de concentraciones de hidronio en el agua sin necesidad de usar números exponenciales.

e) Temperatura (T°).

Sánchez et al. (2009), manifiestan que la temperatura se establece por la absorción de la radiación en las capas superiores del líquido. También afirman que la temperatura afecta directamente muchos procesos biológicos y fisicoquímicos, incluyendo a los nutrientes que se encuentran en el agua. En especial concluyen que la temperatura afecta la solubilidad de muchos elementos y el OD, a mayor Temperatura menor solubilidad de oxígeno.

f) Oxígeno Disuelto (OD).

Para Jiménez (2001), la cantidad de oxígeno disuelto es esencial para la vida en los cuerpos de agua, el nivel de OD está relacionado con la capacidad del cuerpo de agua para ser soporte de la biota. Asimismo, manifiesta que el OD sirve como indicador del efecto producido por los contaminantes, la aptitud de los cuerpos de agua para mantener vivos peces y otros organismos aerobios y la capacidad auto depuradora del cuerpo receptor.

El oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno del aire, por lo que están muy influenciados por las turbulencias y la temperatura del río. Además, parte del oxígeno disuelto en el agua es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas (Mohina y Moreno 2011).

Los niveles bajos de OD pueden encontrarse en áreas donde el material orgánico (vertidos de depuradoras, granjas, plantas muertas y materia animal) está en descomposición. Las bacterias requieren oxígeno para descomponer desechos orgánicos y, por lo tanto, disminuyen el oxígeno del agua.

g) Conductividad Eléctrica (CE).

Según Delgadillo et al. (2010), la conductibilidad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. La corriente eléctrica es transportada por iones en solución, por lo tanto, un aumento en la concentración de iones provoca un aumento en la conductividad, la CE es indicativa del material ionizable total presente en el agua.

2.6. Estándares Nacionales de calidad Ambiental (ECA) para Agua.

El MINAM (2016), manifiesta que los estándares nacionales de calidad ambiental fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada.

2.7. Índice de valor de importancia (IVI).

Según Cotton y Curtis (1956), este índice define cuál de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema.

Formulado por Curtis y Mc Intosh en 1951, es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro de un área (Bautista et al. 2004).

2.8. Índices de Diversidad.

a) Índice de Diversidad de Margalef (D_{MG}).

Según Moreno (2001), el índice de diversidad de Margalef expresa la medida del número de especies presente en un determinado número de individuos; éste índice se usa para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

b) Índice de diversidad de Menhinick (D_{Mn}).

Se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra (Campo y Duval 2014).

c) Índice de Shannon – Weaver.

Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno 2001). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran 1988). Este índice es sensible a especies menos abundantes (MINAM 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El estudio se realizó durante los meses de noviembre de 2014 a febrero de 2015, en 5 estaciones de muestreo ubicadas en el río Grande – Celendín, como se observa en la figura 1.

El río Grande - Celendín está ubicado entre las coordenadas: nacimiento 9238376N, 0816315E y desembocadura 9252115N, 0811305E, en la provincia de Celendín departamento de Cajamarca.

El punto de inicio del río Grande – Celendín, está ubicado en el barrio Chupset en la ciudad de Celendín a 2610 msnm y desemboca en el río La Llanga en el poblado de Llanguat a 1950 msnm. Su cuenca abarca una superficie de 85,914 km² y la longitud del cauce es de 18,56 km.

Las localidades ubicadas en las proximidades del río Grande – Celendín son: la ciudad de Celendín aguas arriba y el centro poblado de Llanguat en la parte baja.

Las principales actividades económicas en la cuenca son la agricultura y ganadería. El uso de aguas servidas crudas en las actividades de riego de cultivos y pastos ubicados en la ribera del río Grande y el empleo de sus afluentes (atraviesa la ciudad) como depósitos de desechos sólidos hacen que estas actividades tengan gran impacto en cuanto a calidad del agua se refiere.

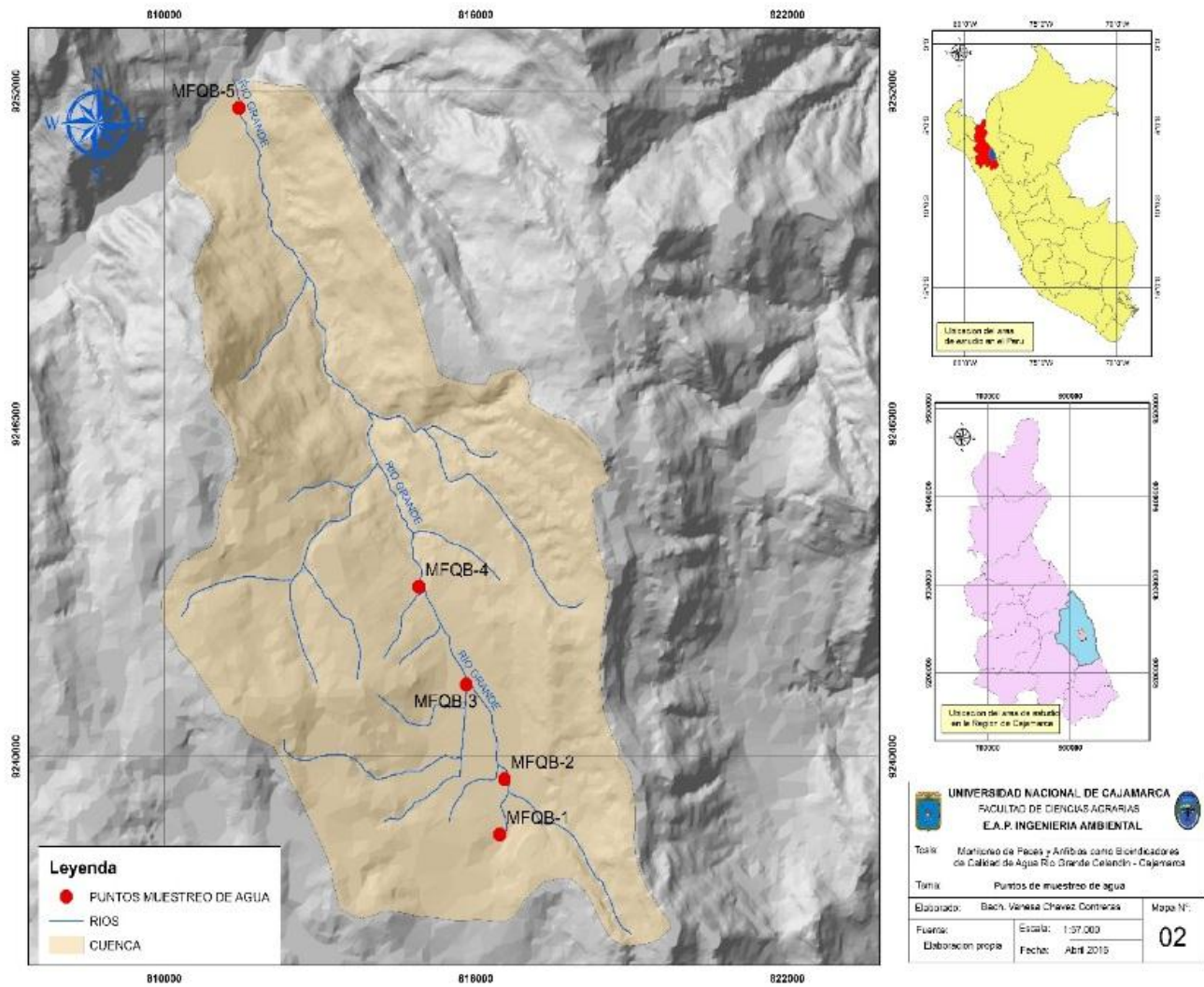


Figura 1: Ubicación de los puntos de monitoreo río Grande - Celendín

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Peces y anfibios identificados.

3.2.2. Material de campo

- Guantes quirúrgicos.
- Cintas métricas (50 m).
- Plumón tinta indeleble.
- Redes de arrastre.
- Linterna.
- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica.
- GPS (GARMIN Oregon 550).

3.2.3. Materiales y equipo de laboratorio

- Equipo multiparámetro (DELTA OHM HD 98569).
- Espectrofotómetro (MERK SQ 118).
- Estufa (MENMERT).
- Balanza (SARTORIUS).
- Baño María (SOLFARMA).
- Termómetro de mercurio.
- Aireador.
- Alcohol etílico al 25 %, 70% y 96%.
- Formol al 10%.
- Agua destilada.
- Frascos Winkler.
- Recipientes plásticos y vidrio.

3.3. Metodología

3.3.1. Trabajo de gabinete

- Se realizó la identificación y reconocimiento del área de estudio y rutas de acceso.
- Se establecieron las campañas de monitoreo llevándose a cabo durante los meses de noviembre de 2014 a febrero de 2015.
- Se realizó la calibración de equipos, preparación de reactivos y materiales.

Análisis de datos

Índice de valor de importancia.

$$\text{I.V.I.} = \text{Dr} + \text{Dor} + \text{Fr}$$

Dónde:

Dr: Densidad relativa

Dor: Dominancia relativa

Fr: Frecuencia relativa

Índices de diversidad

a) Diversidad Margalef (D_{Mg}).

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Dónde:

S: número de especies.

N: número total de individuos.

b) Índice de diversidad de Menhinick (D_{Mn}).

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Dónde:

S: número de especies.

N: número total de individuos.

c) Índice de Shannon – Weaver (H).

$$H = -\sum P_i \log_2 P_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Dónde:

n_i : Número de individuos de la especie i .

N: número total de individuos de todas las especies.

S: número de especies.

3.3.2. Trabajo de campo

Se definió el periodo de muestreo (noviembre de 2014 a febrero de 2015) y la ubicación de los puntos de monitoreo, para este fin se consideró las zonas más impactadas por contaminación antrópica, estableciendo los siguientes puntos:

Tabla 2: Ubicación de los puntos de monitoreo río Grande - Celendín.

Estación	Estación de Monitoreo	Criterios de Selección	Altura (msnm)	Ancho (m)	Coordenadas UTM	
<i>MFQB-1</i>	<i>Ojo de agua</i>	<i>Inicio del río</i>	<i>2610</i>	<i>2,1</i>	<i>816469E</i>	<i>9238595N</i>
<i>MFQB-2</i>	<i>Av. Arequipa</i>	<i>Ausencia aguas servidas</i>	<i>2618</i>	<i>2,5</i>	<i>816557E</i>	<i>9239596N</i>
<i>MFQB-3</i>	<i>Chacapampa</i>	<i>Vertimiento de aguas servidas crudas</i>	<i>2630</i>	<i>3,4</i>	<i>815819E</i>	<i>9241303N</i>
<i>MFQB-4</i>	<i>Los Pajuros</i>	<i>Descarga de la *PTAR</i>	<i>2622</i>	<i>2,4</i>	<i>814909E</i>	<i>9243064N</i>
<i>MFQB -5</i>	<i>Mocat - Llangat</i>	<i>Descarga en el río La Llanga</i>	<i>1950</i>	<i>3,17</i>	<i>811442E</i>	<i>9251703 N</i>

**PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales*

Monitoreo de agua

- El monitoreo se realizó de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial (RJ N° 182-2011-ANA).
- Se efectuó el análisis fisicoquímico de los parámetros de campo, se utilizó el multiparámetro (DELTA OHM HD 98569), se midieron los valores de pH (Unidad de pH) y conductividad eléctrica (CE) en $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Para medir la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) se utilizó un termómetro de mercurio (-10 a 50 $^{\circ}\text{C}$).

Monitoreo de anfibios.

- De acuerdo a las técnicas para el monitoreo de anfibios propuestas por Angulo et al. (2006), tenemos:
- El muestreo se realizó por transectos de banda fija, los recorridos se realizaron por espacio de una hora en cada punto durante el día y la noche, se registró el número de individuos vistos en el transecto.
- Se efectuó la colecta de ejemplares, se procedió a sacrificarlos, luego se fijó y preservó la muestra.
- El monitoreo de larvas de anfibios, se efectuó con redes de arrastre, se realizó el conteo del total de individuos encontrados, se colectaron ejemplares para identificarlos conservándolos en alcohol al 96%.

Monitoreo de Peces.

- Según el protocolo de muestreo hidrobiológico propuesto por Ortega y Correa (2008), se realizó lo siguiente:
- Para la captura de ejemplares se utilizó redes de arrastre (2,5 m ancho por 2m de largo, malla con coco de 0,25cm), en un transecto de 50m de largo.
- Se colectó un ejemplar por cada especie y se preservó la muestra.

3.3.3. Trabajo de laboratorio.

a) Identificación de especies.

La identificación de peces se realizó según las guías propuestas por Ortega y Vari (1986) y Ortega et al. (2012); en el caso de anfibios según Aguilar et al. (2010).

b) Análisis fisicoquímico.

Sólidos Totales

$$\text{mg/L} = \frac{(\text{B}-\text{A}) * 1000}{\text{Volumen de la muestra (ml)}}$$

Dónde:

A: peso del beaker vacía (en mg)

B: peso del beaker más el residuo seco (en mg)

Turbiedad (NTU)

- Se tomó la muestra de agua en un tubo de ensayo.
- Se llevó la muestra al espectrofotómetro, se midió la muestra en blanco (agua destilada), luego se midió la muestra en estudio y realizo la lectura.

Oxígeno disuelto (OD)

- Se realizó de acuerdo al método del Winkler según Manaham (2007).

$$\text{mg/L} = \frac{\text{V tiosulfato} * \text{N tiosulfato} * 8000}{\text{Volumen de la muestra (ml)}}$$

Dónde:

V tiosulfato: volumen gastado de tiosulfato en ml

N : normalidad

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

- De acuerdo a la metodología de Aguinaga (1996) tenemos:
- Se preparó el agua de dilución.
- Se realizó la dilución de la muestra.
- Se determinó el resultado.

$$\text{DBO}_5 \text{ mg/L} = \frac{(ODi - ODf) * V}{T}$$

Dónde:

ODi : Oxígeno disuelto inicial.

ODf : Oxígeno disuelto final.

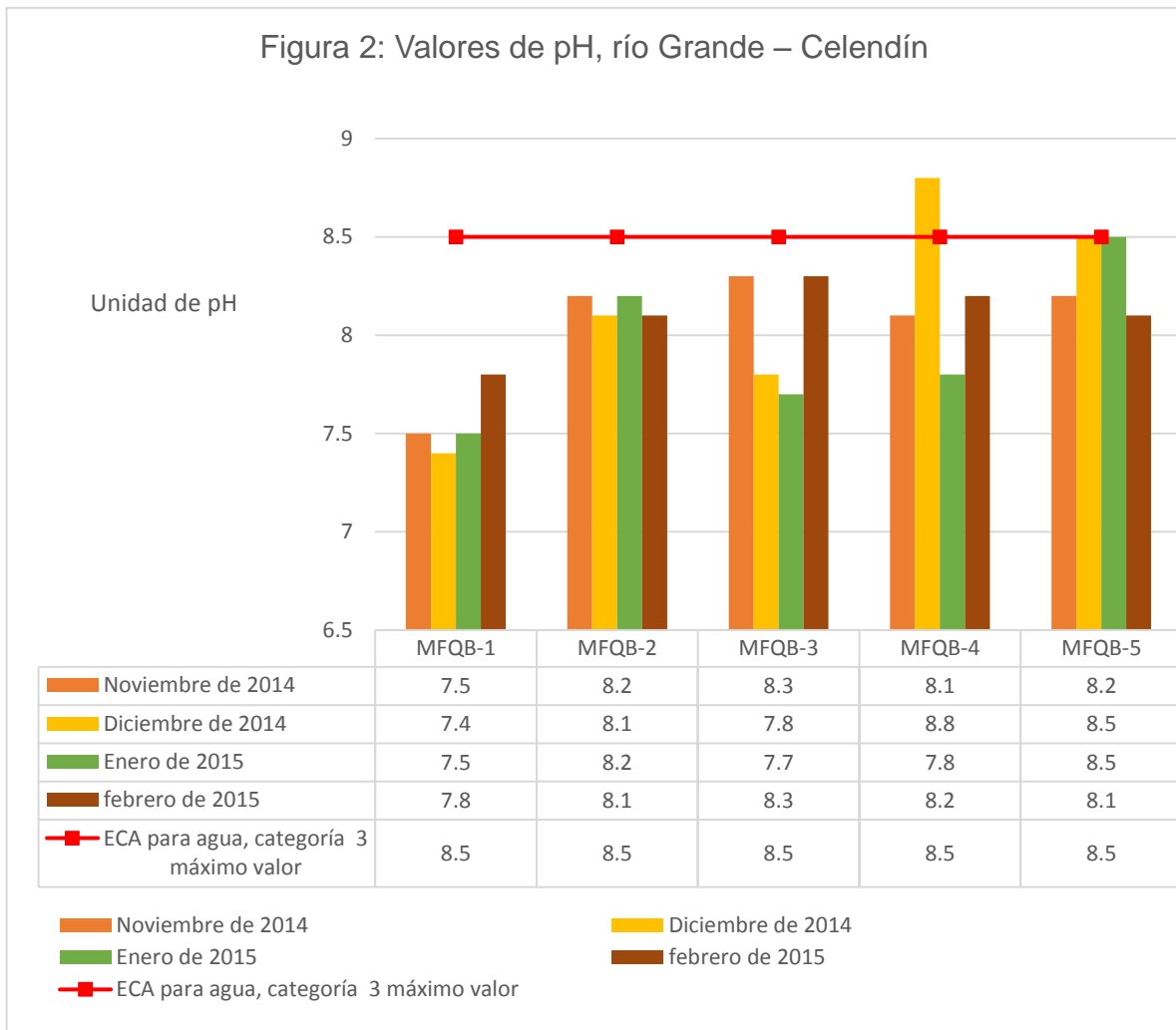
V : Capacidad de la botella de DBO.

T : ml de muestra tomada para la disolución.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Monitoreo fisicoquímico y biológico

Se evaluaron los resultados del análisis fisicoquímico del agua del río Grande – Celendín, de acuerdo a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3: D1 - Riego de Vegetales de tallo alto y bajo y D2 Bebida de Animales, aprobado según el DS N° 015-2015-MINAM, obteniendo los resultados que se presentan en las siguientes figuras:

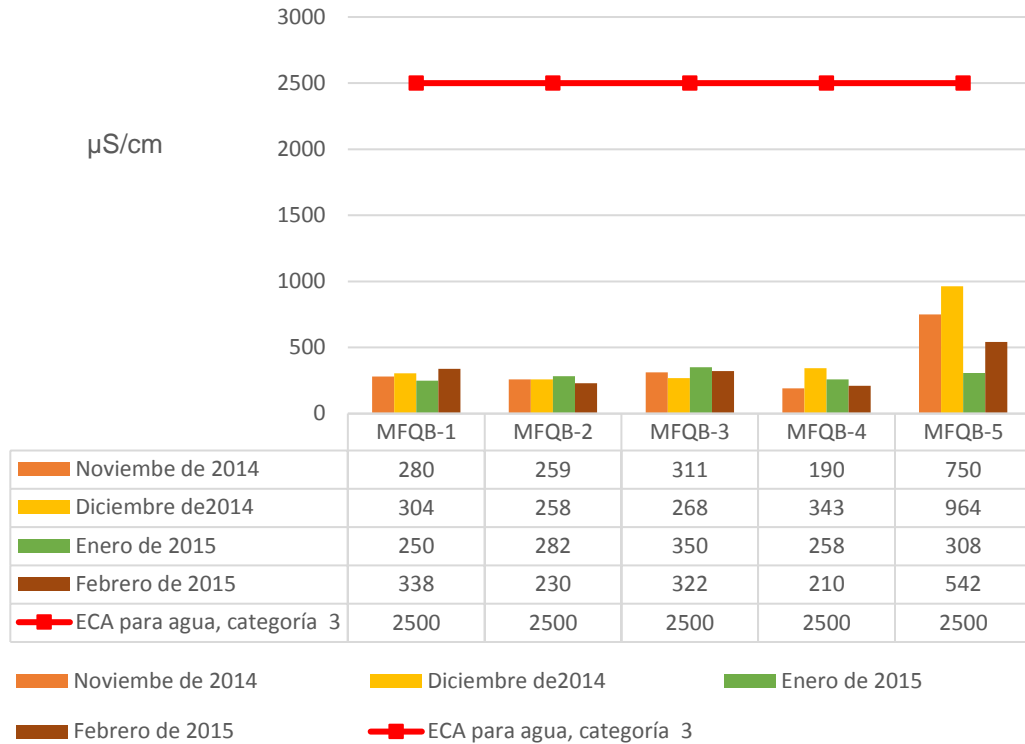


En la figura 2, se observó que los valores obtenidos del análisis de pH en las aguas del río Grande- Celendín, cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, Categoría 3, a excepción del punto MFQB-4 que durante el mes de diciembre alcanzó el valor de 8,8, debiéndose según Galvín, (2003), a la presencia de materia orgánica en el efluente y a la influencia de los detergentes, que contribuyen a la alcalinidad del agua debido al aporte de carbonatos.

Por su parte Henry y Heinke (1999), mencionan otra causa importante para el incremento del pH, que es la presencia de algas, debido a que, durante el proceso fotosintético asimilan el CO_2 contribuyendo a la alcalinidad del agua.

Los valores de pH obtenidos durante la campaña de muestreo, son mayores a 7 unidades de pH, lo que indica según Cane y Sellwood (2005), que el pH del río Grande – Celendín es de naturaleza alcalina.

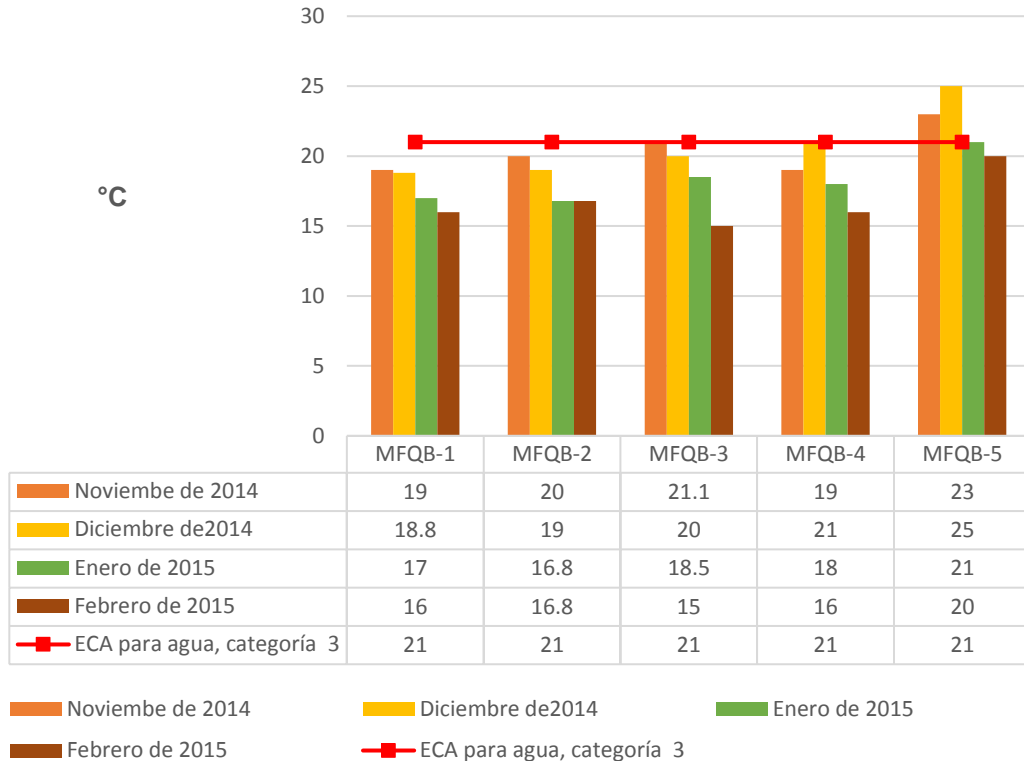
Figura 3: Valores de Conductividad eléctrica (CE), río Grande – Celendín



Según la figura 3, podemos determinar que los valores obtenidos para la CE cumplen con los límites establecidos por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3, en todas las estaciones de muestreo. Aunque no se cuenta con registros anteriores sobre CE en el río Grande - Celendín, es necesario tener en cuenta que la descarga de aguas residuales en los puntos MFQB -3 y MFQB-4, pudo haber ocasionado cambios en el valor de CE, debido a la concentración (49,7-100 mg/L) de sales que presentan (Espigares y Pérez 2009).

Los valores máximos se registraron en el punto de monitoreo MFQB-5, durante los meses de noviembre y diciembre, siendo afectado, por el incremento de la temperatura que se registró durante este periodo (Sánchez 2006); favoreciendo la solubilidad de sales presentes en los sedimentos transportados por la erosión observada en la cuenca (Dorador et al. 2002).

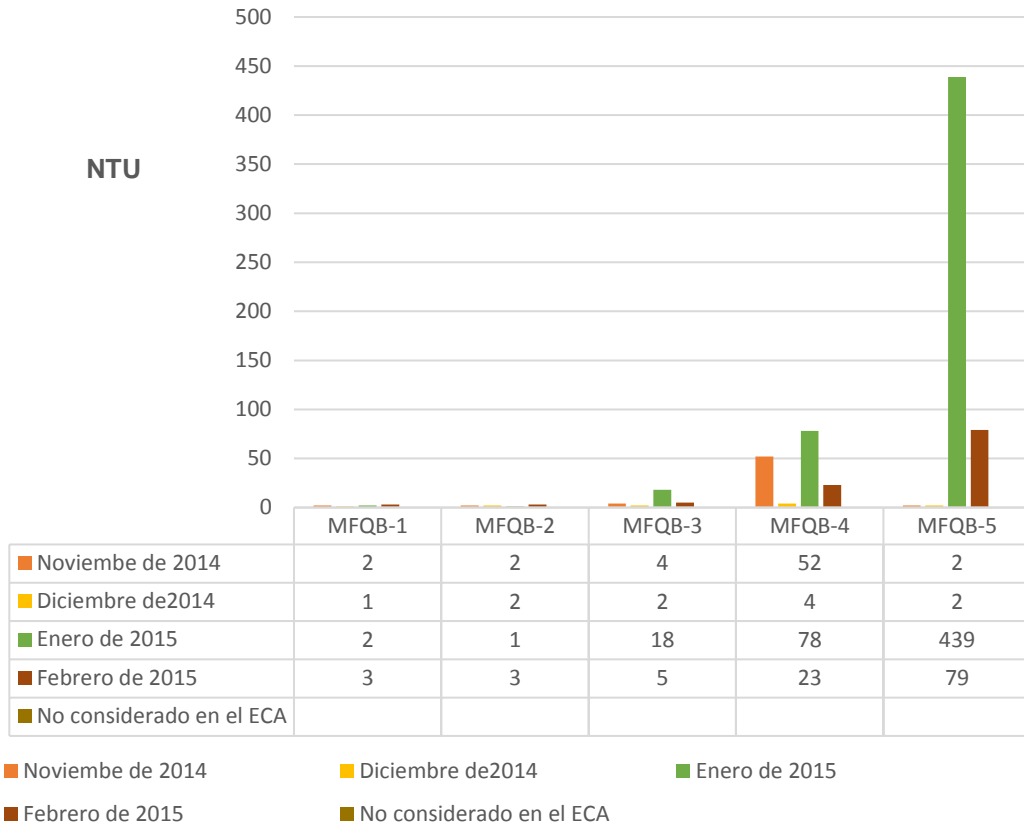
Figura 4: Valores de Temperatura , río Grande- Celendín



Los valores obtenidos en el monitoreo según la figura 4, se ajustaron a lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3, a excepción del punto de monitoreo MFQB-5 que registró temperaturas elevada durante noviembre y diciembre, debido a la absorción de calor por los sedimentos que incrementaron su concentración en este punto de monitoreo como vemos en la figura 6.

Al incrementarse la temperatura, la disponibilidad de oxígeno disuelto (OD) disminuye, pudiendo ocasionar la muerte de las comunidades biológicas, al no cuentan con la cantidad OD indispensable para su desarrollo (Sánchez 2006).

Figura 5: Valores de turbiedad, río Grande – Celendín



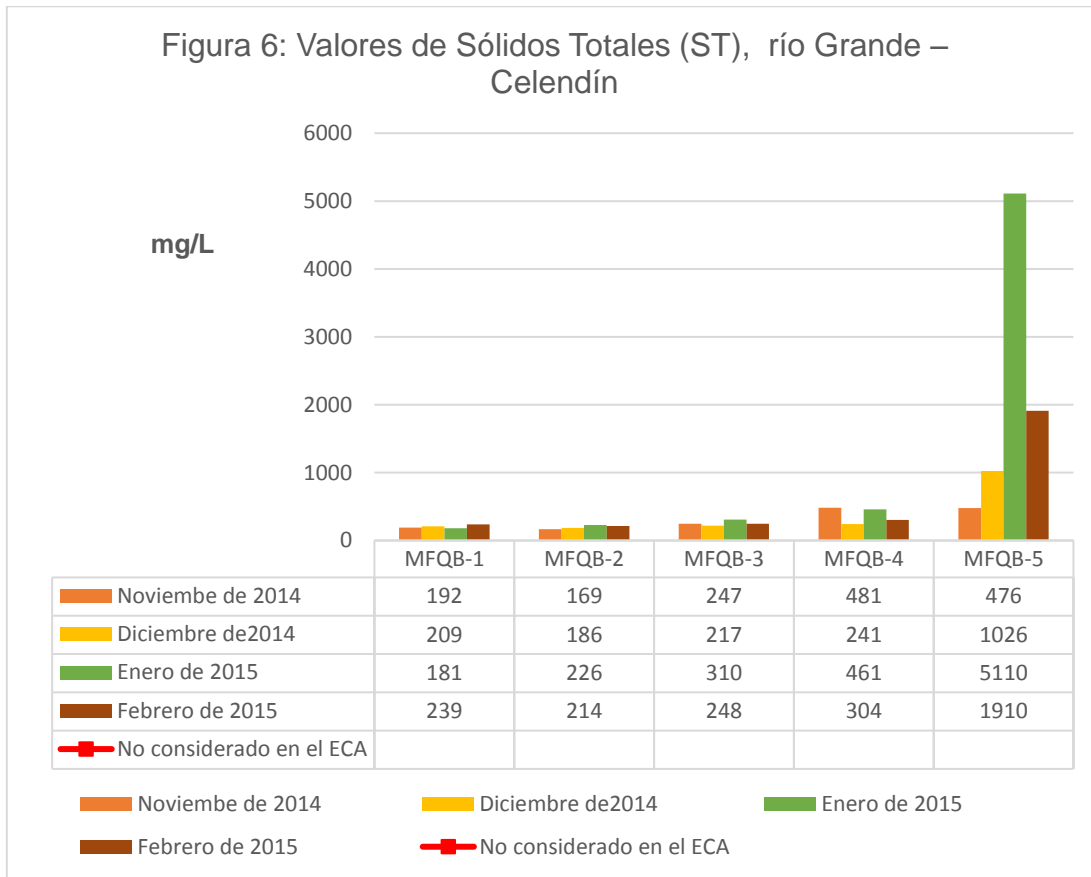
Aún no está establecido el valor de turbiedad en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3. En la figura 5 observamos que los valores máximos se registraron en el punto de monitoreo MFQB-5, debido al incremento de sedimentos procedentes de la erosión generada en la cuenca, producto del incremento de la precipitación durante el mes de diciembre y enero como se observa en la tabla 3.

Altos valores de turbiedad ocasionan disminución en los niveles de oxígeno disuelto (OD) debido a que contribuyen al incremento de la temperatura del agua y afectan la respiración de las especies acuáticas (Isen 1986).

Tabla 3: Precipitación (mm)

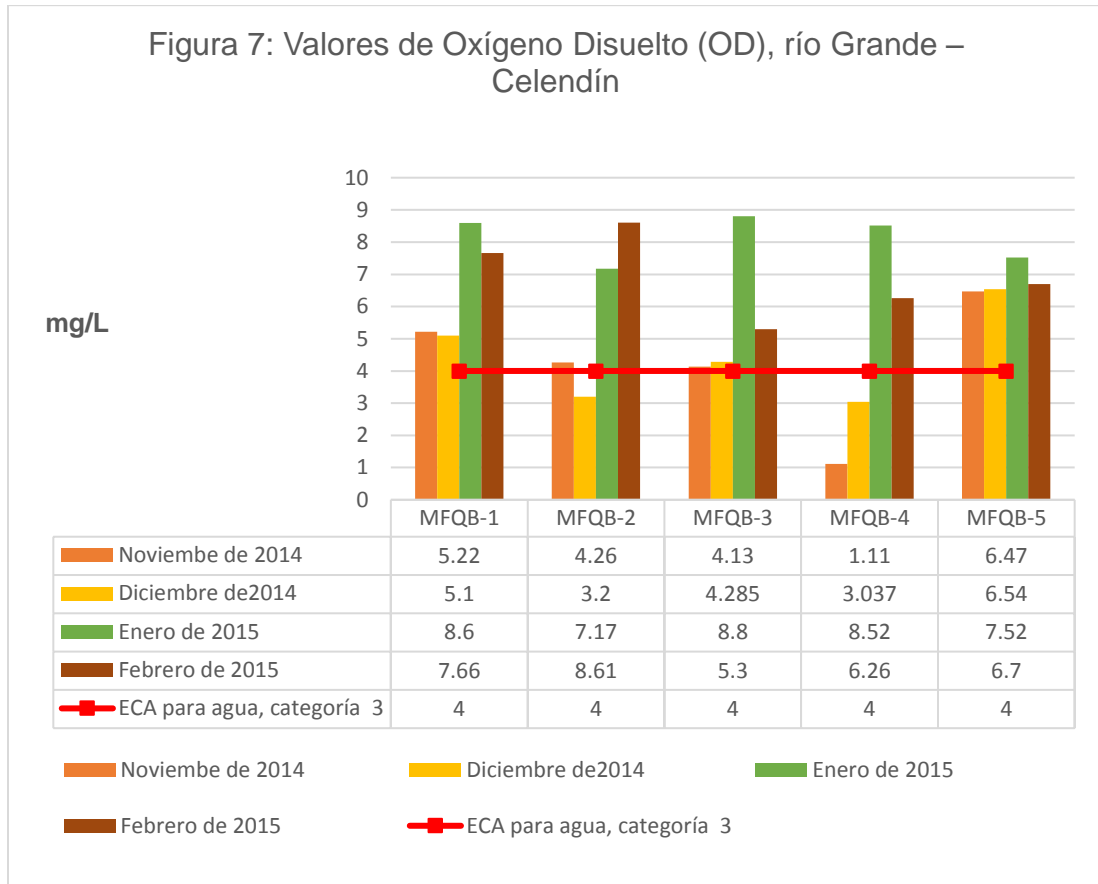
Mes	Noviembre 2014	Diciembre de 2014	Enero 2015	Febrero 2015
(mm)	65.7	85.1	177	24.8

Fuente: SENAMHI



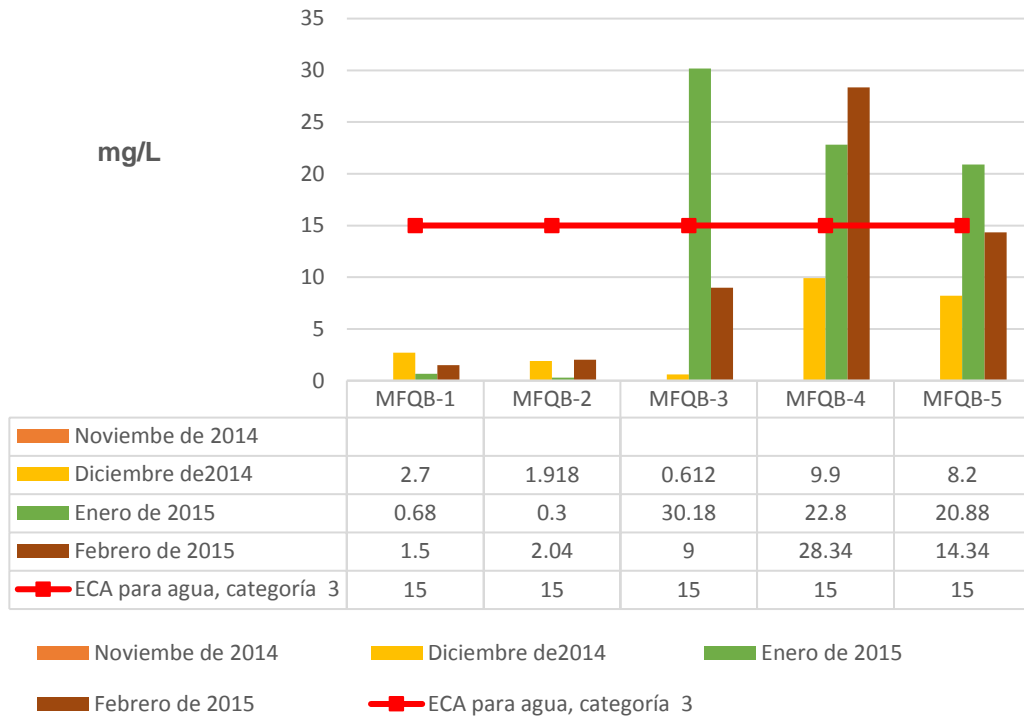
Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3, no consideran los sólidos totales. En la figura 6, se observó que los valores oscilan entre 160 a 481 mg/L, a excepción del punto de muestreo MFQB-5, que registró valores pico para este parámetro durante los meses de diciembre, enero y febrero, debido al incremento de sólidos disueltos y suspendidos producto del incremento de la precipitación en toda la cuenca (Elosegi y Sabater 2009), como vemos en la tabla 3.

Como se observa en la figura 5, los valores de turbiedad también se han incrementado durante los meses de enero y febrero, lo que indica que los ST están directamente relacionados con la turbiedad, por lo tanto, si los ST incrementan su concentración, mayor será la turbiedad registrada en el agua.



Según la figura 7, los valores de OD cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3, a excepción de los puntos de monitoreo MFQB-2 y MFQB-4, que presentaron valores inferiores a 4 mg/L durante los meses de noviembre y diciembre, hecho que está relacionado con el consumo de oxígeno en los procesos aerobios (descomposición de materia orgánica), incremento de la temperatura y los mecanismos relacionado con la incorporación de oxígeno a los cuerpos de agua como la turbulencia y fotosíntesis (Sánchez 2006).

Figura 8: Valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), río Grande - Celendín



En el monitoreo realizado durante el mes de noviembre no contamos con datos de DBO₅, debido a inconvenientes durante el análisis.

Como se observa en la figura 8, los valores obtenidos de DBO₅ cumplen con los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3, a excepción de los puntos de monitoreo MFQB-3, MFQB-4 y MFQB-5, que registraron valores elevados durante el mes de enero y febrero, este hecho evidenció mayor presencia de materia orgánica biodegradable y por lo tanto mayor consumo de oxígeno disuelto por los microorganismos aerobios (Doménech y Peral 2006), como se observa en la figura 7 en el punto de monitoreo MFQB-4.

Al incrementarse el DBO₅, los niveles de oxígeno disuelto disminuyen dependiendo de las características del cuerpo de agua, lo que ocasionó que algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir

Tabla 4: Resultados del monitoreo Fisicoquímico y Biológico río Grande - Celendín.

Noviembre de 2014									
Estación	pH	CE (μ S/cm)	T° (°C)	DBO (mg/L)	OD (mg/L)	ST (mg/L)	Turbidez (NTU)	N° de peces	N° de anfibios
MFQB-1	7,5	280	19	–	5,22	192	2	*20 T	–
MFQB-2	8,2	259	20	–	4,26	169	2	–	****3 G
MFQB-3	8,3	311	21,1	–	4,13	247	4	–	–
MFQB-4	8,1	190	19	–	1,11	481	52	–	2 G
MFQB-5	8,2	750	23	–	6,47	476	2	**27TS ***3P	*****119 R
Diciembre de 2014									
Estación	pH	CE (μ S/cm)	T (°C)	DBO (mg/L)	OD (mg/L)	ST (mg/L)	Turbiedad (NTU)	N° de peces	N° de anfibios
MFQB-1	7,4	304	18,8	2,7	5,1	209	1	*17 T	–
MFQB-2	8,1	258	19	1,918	3,2	186	2	–	****4 G
MFQB-3	7,8	268	20	0,612	4,285	217	2	–	–
MFQB-4	8,8	343	21	9,9	3,037	241	4	–	–
MFQB-5	8,5	964	25	8,2	6,54	1026	2	**13TS	****9R
Enero de 2015									
Estación	pH	CE (μ S/cm)	T (°C)	DBO (mg/L)	OD (mg/L)	ST (mg/L)	Turbiedad (NTU)	N° de peces	N° de anfibios
MFQB-1	7,5	250	17	0,68	8,6	181	2	*11 T	–
MFQB-2	8,2	282	16,8	0,3	7,17	226	1	–	***2 G
MFQB-3	7,7	350	18,5	30,18	8,8	310	18	–	–
MFQB-4	7,8	258	18	22,8	8,52	461	78	–	–
MFQB-5	8,5	308	21	20,88	7,52	5110	439	**6TS	****6R
Febrero de 2015									
Estación	pH	CE (μ S/cm)	T (°C)	DBO (mg/L)	OD (mg/L)	ST (mg/L)	Turbiedad (NTU)	N° de peces	N° de anfibios
MFQB-1	7,8	338	16	1,5	7,66	239	3	*4T	–
MFQB-2	8,1	230	16,8	2,04	8,61	214	3	–	****3 G
MFQB-3	8,3	322	15	9	5,3	248	5	–	–
MFQB-4	8,2	210	16	28,34	6,26	304	23	–	–
MFQB-5	8,5	542	20	14,34	6,7	1910	79	–	*****5 R

*T : *Trichomycterus sp.*

**TS : *Tyttocharax sp.*

***P : *Pseudorinelepsis sp.*

****G : *Gastrotheca sp.*

*****R : *Rhinella sp.*

De acuerdo a la tabla 4, se encontró 52 ejemplares de *Trichomycterus sp.* “life”, 46 ejemplares de *Tyttocharax sp.* “plateado” y 3 ejemplares de *Pseudorinelepis sp.* “carachama”, en condiciones óptimas de oxígeno disuelto (OD) y pH como lo indica la tabla 5. El género *Trichomycterus sp.*, se desarrolló entre los 16-19 °C cumpliendo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 4, mientras que *Tyttocharax sp.* requirió temperaturas entre 20 – 25 °C, valores óptimos según Saubot, (2002). Los valores de conductividad eléctrica (CE) están dentro de lo requerido para la conservación de los ambientes acuáticos, no excedieron los 1 000 µS/cm en ninguna estación de muestreo. Pese a que se obtuvo valores elevados de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), en el punto de monitoreo MFQB-5, se registró la presencia de *Tyttocharax sp.* durante el mes de enero. Por otro lado, se observó que al incrementarse los valores de los sólidos totales (ST) y turbiedad los ejemplares de *Tyttocharax sp.* disminuyeron en el punto de monitoreo MFQB-5, debido a que ocasionan daños en las branquias afectando la respiración de los peces.

Tabla 5: valores de los parámetros fisicoquímicos para la conservación del ambiente acuático: Ríos

Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, categoría 4			Otros autores	
Parámetro	Valor	Und	Valor	Autor
Oxígeno Disuelto (OD)	≥5 (mínimo)	mg/L	3 - 4 mg/L	Nemerow,1998
pH	6,5 – 9	upH	6-9 upH	Sevilla, 2005
Conductividad (CE)	1000	µS/cm	-	-
Temperatura (°C)	16,5- 22,5	°C	18 - 26°C	Saubot, 2002
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)	10	mg/L	-	-
Turbiedad (NTU)	-	-	-	-
Sólidos Totales (ST)	-	-	-	-

En los puntos de monitoreo MFQB-2, MFQB-3, MFQB-4, no se registró la presencia de peces a pesar de que los valores oxígeno disuelto (OD) (a excepción de enero), pH, Temperatura y conductividad eléctrica (CE), se encuentran dentro de los valores requeridos para la existencia de comunidades biológicas (ver tabla 5), debido probablemente a que son afectados por contaminantes no evaluados en esta investigación. Adicionalmente se observó valores elevados de DBO₅ principalmente en los puntos de monitoreo MFQB-3 y MFQB-4, durante los meses de enero y febrero, lo que indica el incremento de la actividad aerobia.

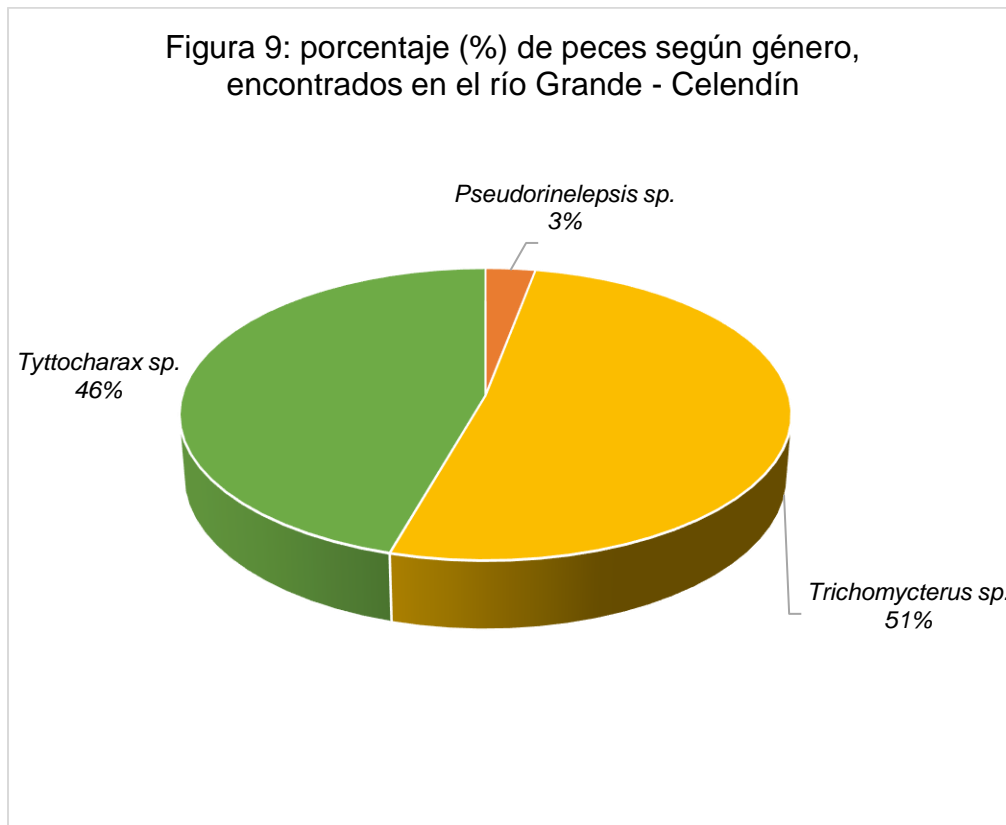
Los ejemplares registrados pertenecen a las ordenes Siluriforme y Characiforme y a los géneros *Trichomycterus sp.*, *Pseudorinelepsis sp* y *Tyttocharax sp.*, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Clasificación científica de peces del río Grande - Celendín

Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Chordata	Actinopterygii	Siluriforme	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i>
Chordata	Actinopterygii	Siluriforme	Loricariidae	<i>Pseudorinelepsis</i>
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	<i>Tyttocharax</i>

Fuente: Ortega y Vari (1986); Ortega et al. (2011)

Del total del individuo identificado en el río Grande – Celendín, el 51% pertenecían al género *Trichomycterus sp*, como se muestra en la figura 9.



En caso de los anfibios se encontró 14 ejemplares de *Gastrotheca sp.* y 139 ejemplares de *Rhinella sp.* (se consideró renacuajos y adultos), en condiciones adecuadas de pH, conductividad eléctrica (CE) y oxígeno disuelto (OD), según los datos de la tabla 5. En el punto de muestreo MFQB-4, pese a presentar bajas concentraciones de oxígeno disuelto (OD) 1, 11 mg/L, se encontró 2 ejemplares de *Gastrotheca sp.*, en el mes de noviembre, como se observa la tabla 3, pero, aunque los niveles de oxígeno disuelto (OD) mejoraron, en los monitoreos posteriores no se volvieron a registrar ejemplares de *Gastrotheca sp.* debido a que se desplazaron a otras áreas o a condiciones desfavorables no evaluados en este estudio que dificultan su desarrollo.

Como observamos en la figura 5 y 6, los sólidos totales (ST) y turbiedad alcanzaron valores elevados, durante los meses de diciembre, enero y febrero. Durante este periodo la cantidad de ejemplares encontrados de *Gastrotheca* sp. y *Rhinella* sp. fueron disminuyendo, así mismo no se volvió a encontrar renacuajos, esto muestra que los sólidos totales y turbiedad afectaron el desarrollo de anfibios, debido al daño que ocasionan en las branquias de los renacuajos y al dificultar la respiración cutánea en los adultos.

Los niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) fueron menores a 10 mg/L en los puntos de muestreo donde se encontró ejemplares de *Gastrotheca* sp, lo contrario sucedió para el género *Rhinella* sp, donde los niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) se incrementaron durante los meses de enero y febrero.

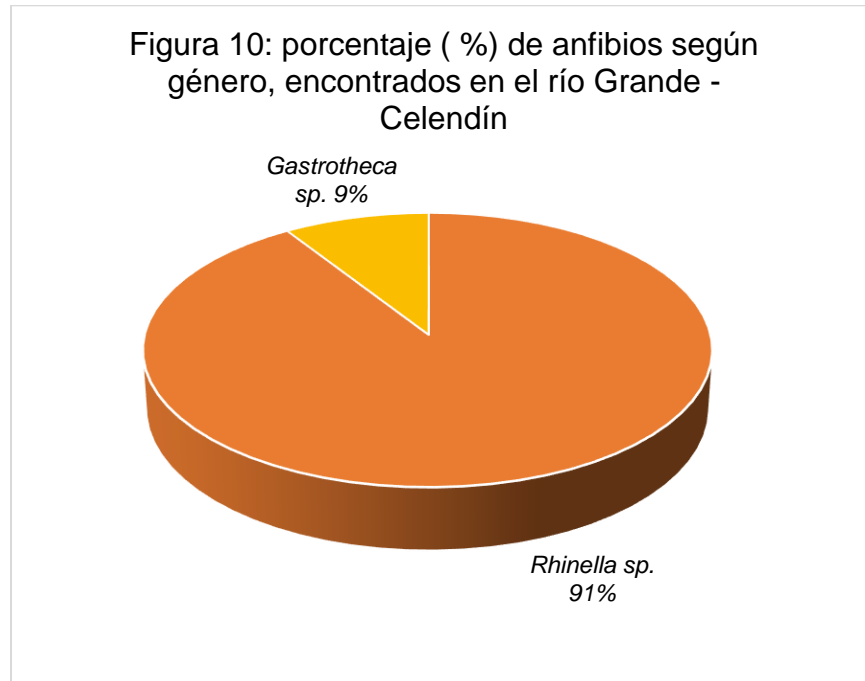
Los ejemplares encontrados corresponden al orden Anura y a los géneros *Rhinella* sp. y *Gastrotheca* sp. como de observa en la tabla 7.

Tabla 7: Clasificación científica anfibios del río Grande - Celendín

Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Chordate	Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella</i>
Chordate	Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca</i>

Fuente: Aguilar et al. (2010)

El género *Rhinella sp.*, obtuvo la mayor cantidad de ejemplares encontrados según muestra la figura 10.



Análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) e Índice de Diversidad de Margalef (D_{Mg}), Índice de diversidad de Menhinick (D_{Mn}) e Índice de Shannon - Weaver (H).

Tabla 8: Estimación de IVI, DMg, DMn y H, para peces río Grande – Celendín

Géneros	N° de individuos	IVI	D_{Mg}	D_{Mn}	H
<i>Tyttocharax</i>	46	90,54	0	0.29	0
<i>Trichomycterus</i>	52	161,48	0	0.29	0
<i>Pseudorinelepis</i>	3	47,970	0	0.29	0
TOTAL	101	300	0	0.87	0

Como vemos en la tabla 8, del total de géneros de peces encontradas en el río Grande - Celendín, el mayor valor del índice de importancia es de 161,845% para el género *Trichomycterus sp.*, seguido del *Tyttocharax sp.* con 90,544 %, se consideró por ultimo al *Pseudorinelepis sp.* con 47,970%, lo que indica que el género con mayor peso ecológico en el área monitoreada es *Trichomycterus sp.* que presentó el mayor número de ejemplares.

Del análisis de datos sobre diversidad de peces en el río Grande – Celendín, se obtuvo el valor de 0 a 0.29, lo que indica una baja diversidad de acuerdo al D_{Mg}, D_{Mn} y H; ya que los índices aplicados consideran que, si los valores obtenidos son “0” o se acercan a “0”, son considerados como baja diversidad.

Tabla 9: Estimación de IVI, D_{Mg} , D_{Mn} y H para anfibios río Grande – Celendín

Géneros	N° de individuos	IVI	D_{Mg}	D_{Mn}	H
<i>Gastrotheca</i>	14	155.817	0	0.16	0
<i>Rhinella</i>	139	144.183	0	0.16	0
TOTAL	153	300.000	0	0.32	0

De acuerdo a la tabla 9, Según el análisis realizado el género con mayor índice de valor de importancia en el área monitoreada es *Gastrotheca sp.* con 155,817% seguidas de *Rhinella sp.* con 144,183 %.

Según los datos analizados para el D_{Mg} , D_{mn} y H, se obtuvo valor 0 a 0.16, lo que indica que el área estudiada presenta una baja diversidad de anfibios.

La intervención de actividades antrópicas se registra en todo el recorrido del río Grande - Celendín, hasta la desembocadura, reflejándose en la presencia de sedimentos, desechos sólidos, bajos valores de diversidad biológica, limitado desarrollo de peces, distribución heterogénea de anfibios y cambios constantes en la estructura física del río, modificó sus condiciones principalmente en la temporada lluviosa cuando se incrementa el caudal, contribuyendo con los problemas de sedimentación, modificación de hábitats, lo que perturbó la distribución de las especies.

La evaluación fisicoquímica y el empleo de indicadores sienta las bases de la condición actual de la calidad del agua del río Grande - Celendín, se evidenció los efectos de las actividades antrópicas en el sistema acuático, este estudio sugiere mantener un constante monitoreo por las autoridades competentes principalmente por el hecho de que este río es el sustento de comunidades biológicas y fuente de abastecimiento de agua para riego de los pobladores asentados en las márgenes del río Grande – Celendín.

De continuar estas actividades con mayor intensidad, podríamos mirar a este sistema en el tiempo con serios problemas de contaminación pudiendo llegar a desaparecer las especies reportadas en este estudio, si no se toman acciones al respecto.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La presencia de peces y anfibios está relacionada con los valores obtenidos durante el análisis de los parámetros fisicoquímicos evaluados para determinar la calidad del agua del río Grande – Celendín. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada en el trabajo de investigación.

En peces se identificaron los géneros *Trichomycterus sp.*, *Tytocharax sp.*, *Pseudorinelepis sp.* y para anfibios tenemos los géneros *Gastrotheca sp.* y *Rhinella sp.*

El género *Trichomycterus sp.* se encontró en el punto de monitoreo MFQB -1, en condiciones de oxígeno disuelto (OD) de 5,8 mg/L, un pH de 7,8 unidades de pH, conductividad eléctrica (CE) de 338 μ S/cm y con una temperatura de 19 °C.

Los géneros *Tytocharax sp.*, *Pseudorinelepis sp.*, y *Rhinella sp.*, se encontraron únicamente en el punto de monitoreo MFQB-5, donde los valores de oxígeno disuelto (OD) 7,5 mg/L, pH 8,5 unidades de pH, conductividad eléctrica (CE) 964 μ S/cm y temperatura de 25°C son más elevados.

El género *Gastrotheca sp.* se encontró frecuentemente en el punto de monitoreo MFQB-2, con valores de oxígeno disuelto (OD) de 8.6 mg/L, un pH de 8,2 unidades de pH, conductividad eléctrica (CE) de 259 μ S/cm y a una temperatura de 20 °C.

No se encontraron ejemplares de peces en los puntos de monitoreo MFQB-2, MFQB-3 y MFQB-4, pese a que las condiciones fisicoquímicas son adecuadas según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 4.

Los ejemplares de peces y anfibios se redujeron al incrementarse los niveles de sólidos totales (TS), turbiedad y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), en el punto de monitoreo MFQB-5.

Los géneros *Trichomycterus sp.* en peces y *Gastrotheca sp.* en anfibios, obtuvieron mayor índice de valor de importancia en al área monitoreada.

Del análisis de datos del Índice de Diversidad de Margalef (D_{MG}) e índice de Shannon –Weaver (H), se obtuvo el valor de 0 para peces y anfibios, en cambio el índice de diversidad de Menhenick (D_{Mn}) obtuvo valores ligeramente mayores, para peces de 0.29 y anfibios de 0.16. Pero en ambos casos indica que la diversidad en el río Grande – Celendín es baja.

5.2. Recomendaciones

Ejecutar monitoreos periódicos del estado de la calidad el agua del río Grande - Celendín y mantener un registro actualizado del estado actual de los recursos que poseemos, advirtiéndolo de manera oportuna el avance en la degradación de este recurso y permitiendo efectuar la recuperación de los cuerpos de agua.

Los parámetros de Temperatura y turbiedad entre otros, sean valorados e incluidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3, permitiendo realizar un análisis más completo de la calidad de los cuerpos de agua evaluados.

El monitoreo de indicadores sea incluido en la legislación nacional y sea ejecutado de forma paralela a los estudios de carácter físico, químico y bacteriológico comúnmente realizados en los cuerpos de agua tanto loticos como lenticos.

Realizar estudios periódicos de la riqueza biológica local, para evitar que estas especies desaparezcan antes de haber advertido su existencia.

Realizar el estudio o evaluación del grado de sensibilidad a la contaminación por aguas servidas, desechos sólidos y contaminación por residuos agrícolas y ganaderos de los géneros *Trichomycterus sp.*, *Tytocharax sp.*, *Pseudorinelepsis sp.*, *Ghastrotheca sp.* y *Rhinella sp.*

VI. BIBLIOGRAFÍA

Aguinaga, S. 1996. Manual de Procedimientos Analíticos para Aguas y Efluentes. Dirección Nacional de Medio Ambiente. México. 174 Pág.

Aguilar, C; Ramírez, C; Rivera, D; Suárez, J; Terrones, C. 2010. Anfibios Andinos del Perú fuera de áreas naturales protegidas: amenazas y estados de conservación. Museo de Historia Natural - UNMSM. Perú. 28 Pág.

Angulo, A; Rueda, J; Rodríguez, J; Marca E. 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Panamericana formas e impresión. Colombia. 150 Pág.

Alarcón, N; Peláez, F. 2012. Calidad del agua del río Sendamal (Celendín, Cajamarca, Perú): determinación mediante uso de diatomeas, 2012. Revista científica de la facultad de ciencias biológicas, Universidad Nacional de Trujillo (UNT). Trujillo, PE. 50 Pág.

Bautista, F; Delfín, H; Palacio, J; Delgado, M. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. 1 Ed. México. 507 Pág.

Bustos, L. 2004. Anfibios: auténtico guadianés de la biodiversidad. Nuevos materiales. México. 153 Pág.

Cane, E; Sellwood, M. 2005. Metodología para el análisis fisicoquímico. 1 ed. México. 246 Pág.

Campos, I. 2003. Saneamiento ambiental. 1 ed. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. 225 pág.

Campo, A; Duval, V. 2014. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). Universidad nacional del sur. Argentina. 75 Pág.

- Castells D.2009. Analysis fisicoquímico – Química II. 1 Ed. Mexico. 189 Pág.
- Cotton, G; Curtis JT. 1956. The we of durance measures in phytosociological sampling. Ecology. 460 Pág.
- Delgadillo, O; Camacho, A; Pérez, L; Andrade, M. 2010. Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Centro Andino para la gestión y uso del agua. Bolivia. 107 Pág.
- Diéguez, M; Domínguez, I; Ortega, G; Veces, A; Arauz, Y; Luque, D; Somoza, A; Tejada, I; Gallardo, M; Núñez, E. 2006. Componente de Calidad de Agua Región Oriental de la Cuenca del Canal. Autoridad del canal de Panamá y Autoridad Nacional del Ambiente. Panamá. 71 Pág.
- Doménech, X; Peral, J. 2006. Química ambiental de sistemas terrestres. Reverte S.A. España .248 Pág.
- Dorador, C; Pardo, R; Vila, I. 2002. Variables Temporales de Parámetros Fisicoquímicos y Biológicos de un Lago de Altura: El Caso del Lago Changara. Universidad de Chile. Chile. 150 Pág.
- Elosegi, A; Sabater, S. 2009. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. 1 Ed. Rubes Editorial. España. 437 Pág.
- Espigares, M; Pérez, J. 2009. Composición de las Aguas Residuales. 2 Ed. España. 122 Pág.
- Galvin, R. 2003. Fisicoquímica y Microbiología de los Medios Acuáticos: Tratamiento y Control de Calidad de Aguas. Díaz de Santos S.A. Madrid. 310 Pág.

Gómez, R. 1995. Contaminación ambiental en la Amazonía peruana. Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana. Iquitos - PE. 63 Pág.

Gonzales, A; Murcia, U; Trespalacios, O; Venegas, D; López, M; Franco, X; Vera, M; Castro, W. 2007. Modelo conceptual del Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIAT-AC modelo conceptual. 1 Ed. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –SINCHI. Colombia. 146 Pág.

Granado, C. 2002. Ecología de peces. 1 ed. Universidad de Sevilla Secretariado de Publicaciones. España. 317 Pág.

Henry, J; Heinke, G. 1999. Ingeniería Ambiental. Prentice Hall. 2 Ed. Mexico. 800 Pág.

Hill, A. 2006. Fisiología animal. Editorial médica panamericana. Madrid, ES. 914 Pág.

Ilsen, E. 1986. Métodos ópticos de análisis. McGraw-Hill. México. 235 Pág.

Jiménez, B. 2001. La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnologías apropiadas. Limusa S.A. México. 926 Pág.

Kirkby, C. 2004. Manual metodológico para el monitoreo ambiental y socioeconómico de la Reserva de Biosfera del Manu.1 ed. Industria Gráfica Pantigoso E.I.R.L. Perú. 130 Pág.

Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Estados Unidos, 179 Pág.

Manahan, S. 2007. Introducción a la Química Ambiental. Reverte S.A. 1 Ed. México. 672 Pág.

Martínez, R; Rodríguez, L; Sánchez, J. 2007. Química: un proyecto de la American Chemical Society. Editorial Reverte S.A. España. 742 Pág.

Marín, R. 2003. Fisicoquímica y microbiología de los cuerpos acuáticos tratamiento y control de calidad de aguas. Ediciones Díaz de Santos S.A. España. 310 Pág.

MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). Dirección general de calidad ambiental: estándares nacionales de calidad ambiental. Consultado el 18 de junio de 2016. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/estandares-de-calidad-ambiental>

MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2015. Guía de Inventario de la Fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Perú. 84 Pág.

Mohina, G; Moreno, P. 2011. Química 1. Ministerio de Educación de la Nación. 1ed. Argentina. 155 Pág.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Gorfi S.A. 1 Ed. España. 84 Pág.

Nemerow, N. 1998. Tratamiento de Vertidos Industriales y Peligrosos. Díaz de Santos S.A. Madrid. 344 Pág.

OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, PE). Dirección de Evaluación: Actividades de evaluación ambiental plan operativo institucional año fiscal 2013. Consultado el 13 de marzo de 2015. Disponible en: <http://www.oefa.gob.pe/actividades-principales/monitoreo-ambiental-2>

Ortega, H; Vari, R. 1986. Annotated Checklist of the Freshwater Fishes of Perú. Smithsonian publications. Whashington (EU). 36 Pág.

Ortega, H; Hidalgo, M; Travejo, G; Correa, E; Cortijo, A; Meza, V; Espino, J. 2012. Lista Anotada de Peces de Aguas Continentales del Perú: Estado Actual del Conocimiento, Distribución, usos y aspectos de conservación. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Biodiversidad Bilógica – Museo de Historia Natural, UNMSM. Perú. 58 Pág.

Ortega, H; Chocano, L; Palma, C; Samanez, I. 2010. Biota acuática en la Amazonía Peruana: diversidad y usos como indicadores ambientales en el Bajo Urubamba (cusco – Ucayali). Perú. 187 Pág.

Ortega, H; Correa, E. 2008. Método de colecta y análisis de comunidades bilógicas en aguas continentales del Perú: departamento de Limnología e Ictiología Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. 64 Pág.

Perales, N. 2008. Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del Rio Grande en la provincia de Celendín. Perú. 260 Pág.

Ramos, R; Sepúlveda, R; Villalobos, F. 2003. El agua en el medio ambiente, muestreo y análisis. 1 Ed. Plaza y Valdez S.A. México. 189 Pág.

Rodríguez, D; Taphorn, D. 1993. Los peces como indicadores biológicos: aplicación del índice de integridad biótica en ambientes acuáticos de los llanos occidentales de Venezuela. Venezuela. 53 Pág.

Roldán, G; Ramírez, J. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2 ed. Universidad de Antioquia. Colombia. 443 Pág.

Sánchez, O. 2006. Perspectivas Sobre Conservación de Ambientes Acuático en México. México. 246 Pág.

Sánchez, O; Herzing, M; Peters, E; Márquez, R; Zambrano, L.2009. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. México. 287 Pág.

Sánchez, A. 2011. Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable. 1 ed. Secretaria de Medio Ambiente Y Recursos Naturales. México. 329 Pág.

Saubot, P .2002. Aspectos generales: Peces de agua Dulce de Argentina. 1 Ed. Argentina, 235 Pág.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. PE). 2016. Clima: estaciones meteorológicas. Consultado el 30 de julio de 2016. Disponible en: www.senamhi.gob.pe

Sevilla, D. 2005. Agentes Medioambientales de la Generalitat Valenciana. España. 323 Pág.

Severiche, C; Castillo, M; Acevedo, R. 2013. Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físico Químicos Básicos del Agua. Colombia. 126 Pág.

Sors, A. 1984. Monitoring and environmental impact assessment. Holands D. Reidel Publishing Company. Holanda. 176 Pág.

Villanueva, R; Sainz, J. 2008. La situación del agua en España. Recursos, gestión y tendencias. Fundación EOI. España. 127 Pág.

APÉNDICE



Figura 11: Toma de datos y recolección de muestras de agua río Grande - Celendín



Figura 12: Análisis de muestras de agua río Grande - Celendín



Figura 13: Monitoreo de anfibios y peces río Grande - Celendín



Figura 14: Tyttocharax sp. (río Grande – Celendín)



Figura 15: Pseudorinelepis sp. (río Grande – Celendín)



Figura 16: Trichomycterus sp. (río Grande – Celendín)



Figura 17: Gastrotheca sp. (río Grande – Celendín)



Figura 18: Rhinella sp. (río Grande – Celendín)

GLOSARIO

Abundancia: Proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema.

Afluente: cuerpo de agua que desemboca en un cuerpo de agua superior o de mayor importancia.

Aguas residuales: Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ecológico de los últimos años por la contaminación de los ecosistemas.

Contaminación: Alteración de un hábitat por incorporación de sustancias extrañas capaces de hacerlo menos favorable para los seres vivos que lo habitan.

Conductividad eléctrica (CE): Refleja la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica, y está directamente relacionada con la concentración de sales disueltas en el agua.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): Expresa la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación bioquímica, de los compuestos orgánicos degradables existentes en el líquido residual. Fijando ciertas condiciones de tiempo y temperatura, por ejemplo: en 5 días y a 20 ° C.

Desechos sólidos: Restos de productos, residuos o basura procedente de actividades domésticas, comercio, actividades agrícolas e industriales.

Dominancia: Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas.

Efluente: Desecho líquido tratado o no tratado que es descargado en el medio ambiente.

Estándares de calidad del agua (ECA): fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada.

Erosión: Degradación, desprendimiento y arrastre de sólidos desde la superficie terrestre por acción del agua, viento, gravedad u otros.

Erosión: Pérdida de la capa vegetal que cubre la tierra, dejándola sin capacidad para sustentar la vida. La erosión tiene un lugar en lapsos muy cortos y esta favorecida por la pérdida de la cobertura vegetal o la aplicación de técnicas inapropiadas en el manejo de los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora y fauna).

Extinción: Proceso que afecta a muchas especies animales y vegetales, amenazando su supervivencia, principalmente a causa de la acción del hombre, que ha ido transformando y reduciendo su medio natural.

Frecuencia. Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela.

Grados Celsius (°C): Unidad estándar para medir temperatura en el sistema métrico, que registra el punto de congelación del agua como 0° y el punto de ebullición como 100° en condiciones atmosféricas normales.

Hábitat: Lugar o área ecológicamente homogénea donde se cría una planta o animal determinado.

Índice de valor de importancia (I.V.I): Es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque.

Índice de Biodiversidad de Margalef: Es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

Oxígeno Disuelto (OD): Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. Es un indicador de calidad del agua.

Siemens(S): Es la unidad derivada del Sistema Internacional para la medida de la conductancia eléctrica.

Sedimento: Es un material sólido acumulado sobre la superficie terrestre (litósfera) derivado de las acciones de fenómenos y procesos que actúan en la atmósfera, en la hidrosfera y en la biosfera (vientos, variaciones de temperatura, precipitaciones meteorológicas, circulación de aguas superficiales o subterráneas).

Sólidos totales (ST): Contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en un agua.

Turbiedad: La presencia de partículas en suspensión, cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido más alta será la turbiedad.

Unidad Nefelométrica de Turbiedad (NTU): La unidad de turbiedad, fue definida como la obstrucción óptica de la luz, causada por una parte por millón de sílice en agua destilada, actualmente la unidad utilizada es la NTU que equivale a 1 ppm de formazina estándar