

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. MARCO CONCEPTUAL

1.1.1. El Agua

Elemento esencial para el sostenimiento de la vida en el planeta; constituye gran parte de la biomasa de los organismos. Se la puede clasificar ecológicamente según su localización (potable, industrial, domestica, residual) y según su composición (dulce, salada, destilada, mineral, dura, blanda).

El Agua como sustancia química está compuesta por dos átomos de Hidrógeno y uno de Oxígeno, con la fórmula H_2O . Es una sustancia compuesta abundante en la Tierra, existiendo en varios estados de la materia como distribuido en diferentes lugares del planeta, principalmente en océanos y capas polares, pero también en nubes, lluvia, ríos y arroyos.

Es fundamental para todas las formas de vida conocidas. Los humanos consumen agua potable. Los recursos naturales se han vuelto escasos con la creciente población mundial y su disposición en varias regiones habitadas es la preocupación de muchas organizaciones gubernamentales.

El agua es la única sustancia que se encuentra en la Tierra en los tres estados materiales (vapor, líquido y sólido). El punto de ebullición del agua a nivel del mar es de $100^{\circ}C$ y su punto de congelación es de $0^{\circ}C$. La densidad del agua es $1g/ml$, y la densidad del agua sólida es menor a la del agua líquida $0,917g/ml$. El agua ocupa tres cuartas partes de la Tierra. (UNICEF-OMS, 1979).

1.1.2. Coliformes Fecales

Son bacterias Coliformes Totales y tienen las mismas propiedades que las Fecales, excepto que toleran y crecen a una temperatura mayor $44.5- 45.5^{\circ}C$ y producen indol a partir del triptófano. La especie de mayor importancia de este grupo es la

Escherichia coli. Son una familia que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos (Jawest, 2005).

La determinación de Coliformes Fecales en agua, es un análisis de contaminación fecal más reciente que la determinación de Coliformes totales; por eso los Coliformes fecales son el Microorganismo patrón utilizado por muchos laboratorios.

Se consideran Coliformes fecales a: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*

Los Coliformes Fecales son un subgrupo de los Coliformes totales, capaces de cuantificar el número de microorganismos presentes en muestras líquidas y sólidas a una temperatura de 44° C en vez de 37 °C como lo hacen los totales.

Aproximadamente el 95% del grupo de los Coliformes presentes en heces están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Ya que los Coliformes Fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de los animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. Esta es la característica que diferencia a Coliformes Totales y Fecales.

1.1.3. pH

El pH es el cologaritmo de la concentración de iones hidrogeno en solución. Indica el carácter ácido ($\text{pH} < 7$), neutro ($\text{pH} = 7$) o básico ($\text{pH} > 7$) de la solución. (NB 495, 2005).

El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración molar de los iones hidrógenos. La determinación del pH en el agua es una medida de la tendencia de su acidez o alcalinidad. Un pH menor de 7.0 indica una tendencia hacia la acidez, mientras que un valor mayor que 7.0 muestra una tendencia hacia lo alcalino (WHO, 2003).

El pH óptimo de las aguas naturales debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6,5, son corrosivas, por el anhídrido carbónico disuelto desde la atmosfera o proveniente de los seres vivos, por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos

húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO_2 formando un sistema tampón carbonato / bicarbonato. (WHO, 2003).

1.1.4. Turbidez

Propiedad óptica de una muestra de agua, que hace que los rayos luminosos se dispersen y absorban, en lugar de transmitir en línea recta. (NB 495, 2005)

Es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua.

Medida de cuántos sólidos (arena, arcilla y otros materiales) hay en suspensión en el agua. Mientras más sucia parecerá que ésta, más alta será la turbidez. (González Toro, C, 2011).

1.1.5. Sulfatos

Es un componente natural de las aguas superficiales y por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad.

Sulfatos sirven como fuente de oxígeno a las bacterias, en condiciones anaeróbicas, convirtiéndose en sulfuro de hidrógeno. Pueden ser producidos por oxidación bacteriana de los compuestos azufrados reducidos, incluyendo sulfuros metálicos y compuestos orgánicos.

Por sus efectos laxantes, su influencia sobre el sabor y porque no hay métodos definidos para su remoción, la OMS recomienda que en aguas destinadas al consumo humano, el límite permisible no

exceda 250 mg/l, pero indica, además, que este valor guía está destinado a evitar la probable corrosividad del agua. (Rodier J., 1989).

1.1.6. Color

Impresión visual producida por las materias en solución y/o suspensión contenidas en el agua. (NB 495, 2005).

Es el resultado de la presencia de materiales de origen vegetal tales como ácidos húmicos, plancton, y de ciertos metales disueltos o en suspensión. Constituye un aspecto importante en términos de consideraciones estéticas. Los efectos del color en la vida acuática se centran principalmente en aquellos derivados de la disminución de la transparencia, es decir que, además de entorpecer la visión de los peces, provoca un efecto barrera a la luz solar, traducido en la reducción de los procesos fotosintéticos en el fitoplancton así como una restricción de la zona de crecimiento de las plantas acuáticas (Rodier J., 1989).

1.1.7. Coagulación – Floculación

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado.

El objetivo principal de la coagulación es desestabilizar las partículas coloidales que se encuentran en suspensión, para favorecer su aglomeración; en consecuencia se eliminan las materias en suspensión estables; la coagulación no solo elimina la turbiedad sino también la concentración de las materias orgánicas y los microorganismos. (Andía Y., 2000).

1.1.8. Filtración

Acción de filtrar o filtrarse.

Proceso por el cual se separa un sólido del líquido (o del gas) que lo contiene, utilizando una membrana que permite el paso del líquido y retiene el sólido. (Larousse, 2007).

1.1.9. Contaminación.- Alteración de cualquiera de las siguientes características: Físicas, químicas, biológicas y/o radiológicas en el agua, que deterioran su calidad de modo tal que llegue a constituir un riesgo para la salud o a reducir su utilización. (NB 495, 2005).

1.1.10. Clasificación.- Establecimiento del nivel de calidad existentes o el nivel a ser alcanzado y/o mantenido en un cuerpo de agua. (RMCH, 1995).

1.1.11. Descarga.- Vertido de aguas residuales crudas o tratadas en un cuerpo receptor. (RMCH, 1995).

1.1.12. Parámetro.- Nombre del elemento o compuesto a medirse mediante un procedimiento analítico de laboratorio. (NB 495, 2005).

1.1.13. Estiaje.- Es el nivel de caudal mínimo que alcanza un río o laguna en algunas épocas del año, debido principalmente a la sequía. El término se deriva de estío o verano, debido a que en la región del Mediterráneo, el estío es la época de menor caudal de los ríos debido a la relativa escasez de precipitaciones en esta estación. Cuando nos referimos al régimen de un río, el estiaje es el período de aguas bajas. (Larousse, 2007).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Aguas Residuales Urbanas (ARU)

Las aguas residuales urbanas no alcanzan, el nivel que deberían tener para compensar la diferencia que existen con la capacidad depuradora de los ríos. Las aguas residuales de las urbes, sin residuos industriales, provocan una perturbación que se manifiesta principalmente por la disminución del Oxígeno Disuelto debido a la materia orgánica que agregan. Éstas se originan mediante el aporte de desechos humanos y animales, residuos domésticos, restos vegetales, aguas de lluvia, aguas de lavado y otros. (Collazos, 2008).

2.2.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La Demanda Bioquímica de Oxígeno Permite determinar la materia orgánica biodegradable. Es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer la materia orgánica presente, por la acción bioquímica aerobia. Esta transformación biológica precisa un tiempo superior a los 20 días, por lo que se ha aceptado, como norma, realizar una incubación durante 5 días, a 20°C, en la oscuridad y fuera del contacto del aire, a un pH de 7-7.5 y en presencia de nutrientes y oligoelementos que permitan el crecimiento de los microorganismos. (Rodier J., 1989).

2.2.3. Oxígeno Disueltos (OD)

El Oxígeno Disuelto es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. Es necesario para la vida de los peces y otros organismos acuáticos. El oxígeno es moderadamente soluble en agua, dependiendo la solubilidad de la temperatura, la salinidad, la turbulencia del agua y la presión atmosférica: disminuye cuando aumenta la temperatura y la salinidad, y cuando disminuye la presión atmosférica. La solubilidad del oxígeno atmosférico en aguas dulces, a saturación y al nivel del mar, oscila aproximadamente entre 15 mg/l a 0°C y 8 mg/l a 25°C. (Rodier, J., 1989).

2.2.4. Nitrógeno Total

Es la suma de los nitrógenos amoniacal y orgánico presentes en la muestra. Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales, su exceso en las aguas causa la eutrofización (CEA Jalisco, 2013).

Se presenta en diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas, se encuentra principalmente en el aire, el agua y los suelos.

Efectos del nitrógeno total sobre la salud de los humanos y animales

- La comida que es rica en compuestos de nitrógeno puede causar una pérdida en el transporte de oxígeno de la sangre.
- La toma de altas concentraciones de Nitrógeno puede causar problemas en la glándula tiroidea y puede llevar a bajos almacenamientos de la vitamina A.
- En los estómagos e intestinos de los animales, los nitratos pueden convertirse en nitrosaminas, un tipo de sustancia peligrosamente cancerígena. (CEA Jalisco, 2013).

2.2.5. Efectos de Sulfatos en la salud

El sulfato es uno de los principales elementos disueltos en la lluvia. Las personas que no están acostumbradas a beber agua con niveles elevados de sulfato, pueden experimentar diarrea y deshidratación, especialmente los niños son los más sensibles. (CEA Jalisco, 2013).

2.2.6. Sólidos Disueltos Totales (TDS)

De forma genérica se puede denominar sólidos a todos aquellos elementos o compuestos presentes en el agua que no son agua ni gases.

La medida de sólidos totales disueltos (TDS) es un índice de la cantidad de sustancias disueltas en el agua, y proporciona una indicación general de la calidad química. TDS es definido analíticamente como residuo filtrable total (en mg/l). Los principales aniones inorgánicos disueltos en el agua son carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, fosfatos y nitratos. Los principales cationes son calcio, magnesio, sodio, potasio, amonio, etc.

Por otra parte, el término sólidos en suspensión, es descriptivo de la materia orgánica e inorgánica particulada existente en el agua (aceites, grasas, arcillas, arenas, fangos, etc.).

TDS es clasificado como un contaminante secundario por la Agencia de Protección Ambiental de los EU (USEPA) y se sugiere un máximo de 500 mg/l en agua potable.

Éste estándar secundario se establece porque TDS elevado proporciona al agua una apariencia turbia y disminuye el sabor en ésta. Personas no acostumbradas al agua con alto contenido de TDS pueden experimentar irritación gastrointestinal al beber ésta. (Rodier, J., 1989).

2.2.7. Efectos de Coliformes Fecales en la salud

Las enfermedades que producen las bacterias Coliformes tenemos:

- *Escherichia Coli*, produce dolor abdominal, diarrea, náuseas, vómitos y fiebre.
- *Klebsiella*, produce enfermedades respiratorias.
- *Citrobacter*, produce alteraciones a nivel del colon y a nivel intestinal. (Jawest, 2005).

2.2.8. Sólidos en Suspensión

Cantidad de materia sólida remanente después de una filtración y secado en un crisol a 105 °C de temperatura, durante 2 horas. (NB 495, 2005).

2.2.9. Sólidos Sedimentables

Cantidad de materia depositada, por efecto de la gravedad, en el fondo de un recipiente. (NB 495, 2005).

2.2.10. Calidad del Agua

Se expresa mediante la caracterización de los elementos y compuestos presentes en solución o suspensión que cambian la composición original de los parámetros organolépticos, físicos, químicos y biológicos. La calidad del agua debe considerarse en la fuente y en los sistemas de agua potable. (NB 689, 2004).

Se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria.

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Mendoza, 1976).

La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (FAO, 1993).

El análisis de cualquier agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos. Los primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de producción y consumo humano que originan una serie de desechos que son vertidos a las aguas para su eliminación (Sáenz, 1999).

La contaminación causada por efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las malas prácticas de uso de la tierra, están reduciendo notablemente la disponibilidad de agua. (OPS, 1999).

Muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de mayor importancia, está el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, por la carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública (OMS, 1999).

Es de vital importancia, tanto para la salud humana como para el bienestar de la sociedad, contar con un abastecimiento seguro y conveniente, de satisfacción para el consumo humano, y la higiene personal debe ceñirse a normas adecuadas en cuanto a disponibilidad, cantidad, calidad y confiabilidad del abastecimiento. Dado que el agua es un líquido vital para los seres vivos, debe poseer un alto grado de potabilidad que puede resumirse en:

- **Condiciones físicas:** que sea clara, transparente, inodora e insípida.
- **Condiciones químicas:** que disuelva bien el jabón sin formar grumos, que cueza bien las legumbres.
- **Condiciones biológicas:** que esté libre de organismos patógenos, con alto contenido de oxígeno y una temperatura que no debe sobrepasar más de 5°C a la del ambiente, pH no menor de seis ni mayor de ocho.

2.2.11. Contaminación de Aguas.- Alteración de las propiedades físico-químicas y/o biológicas del agua por sustancias ajenas, por encima o debajo de los límites máximos o mínimos permisibles, según corresponda, de modo que produzcan daños a la salud del hombre deteriorando su bienestar o su medio ambiente. (RMCH, 1995).

2.2.12. Cuerpo de Agua.- Arroyos, ríos, lagos y acuíferos, que conforman el sistema hidrológico de una zona geográfica. (RMCH, 1995).

2.2.13. Cuerpo Receptor.- Medio donde se descargan aguas residuales crudas o tratadas. (RMCH, 1995).

2.2.14. Laboratorio Autorizado.- Laboratorio que ha obtenido la acreditación del MDSMA para efectuar análisis físico-químicos y biológicos de las aguas naturales, aguas residuales, cuerpos receptores y otros necesarios para el control de la calidad del agua. (RMCH, 1995).

2.2.15. Límite Permisible.- Concentración máxima o mínima permitida, según corresponda, de un elemento, compuesto o microorganismos en el agua, para preservar la salud y bienestar humanos y el equilibrio ecológico, en concordancia con las clases establecidas. (RMCH, 1995).

2.2.16. Muestra de Agua.- La fracción significativa y representativa de una masa mayor de agua que conserva sus propiedades y características. (NB 495, 2005).

2.2.17. Punto de Muestreo.- Lugar físico donde se extrae una muestra representativa, para su posterior caracterización físico-química, bacteriológica y/o radiológica. (NB 495, 2005).

2.2.18. Recurso Hídrico.- Cuerpo de agua que cumple con los límites establecidos para cualesquiera de las clases A, B, C o D. (RMCH, 1995).

2.2.19. Valor Máximo Aceptable.- Valor máximo de la concentración permitido para los parámetros definidos en el RMCH, NB 512 y el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad de agua para Consumo Humano. (NB 495, 2005).

2.3. MARCO LEGAL

2.3.1. Constitución Política del Estado. Según los artículos 373 y 376 establece lo siguiente:

Artículo 373. El agua contribuye un derecho fundamentalísimo 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, contribuyen 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, lagunas que conforman las cuencas hidrográficas, con 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 ocasionan daños a los ecosistemas disminuyan los caudales, preservara el estado natural y velara por el desarrollo y bienestar de la población. (Asamblea Constituyente de Bolivia, Nueva Constitución Política del Estado, Congreso Nacional, Octubre 2008).

2.3.2. Ley 1333 de Medio Ambiente

Artículo 36. Las aguas en todos sus estados son de dominio originario del Estado y constituyen un recurso natural básicos 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.

2.2.3. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)

Artículo 1. La presente disposición legal reglamenta la Ley del 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, pública o privada, cuyas actividades industriales, comerciales, agropecuarias, domestica, recreativas y otras, puedan causar contaminación de cualquier recurso hídrico.

De la clasificación de cuerpos de aguas

Artículo 4°. Esta clasificación general de cuerpos de agua; en relación con su aptitud de uso (ver Cuadro 1), 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 laboratorio.

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.

Artículo 6º. Se considera como PARÁMETROS BÁSICOS, los siguientes: DBO₅; DQO; Colifecales NMP; Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Cromo Hexavalente; Fosfato Total; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; Dieldrín; DDT; Endrín; Malatión; Paratión. (RMCH de la ley 1333, 1995).

CUADRO 1
CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU APTITUD DE
USO.

Orden	Usos	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
1	Para abastecimiento doméstico de agua potable después de:	SI	NO	NO	NO
	a) Sólo una desinfección y ningún tratamiento.				
	b) Tratamiento solamente físico y desinfección.	NO Necesario	SI	NO	NO
	c) Tratamiento físico – químico, completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección.	NO Necesario	NO Necesario	SI Necesario	NO
	d) Almacenamiento prolongado o pre sedimentación, seguidos de tratamiento, al igual que c).	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 cáscaras delgadas, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella.	SI	SI	NO	NO
5	Para abastecimiento industrial	SI	SI	SI	SI
6	Para la cría natural y/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(**)	NO(**)	SI	SI

Fuente: (RMCH, 1995).

(Si) Es aplicable, puede tener todos 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

2.2.4. Parámetros y sus Valores Máximos Admisibles del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica: En el Cuadro 2 se establecen los parámetros a tomar en cuenta en el respectivo muestreo y análisis del mismo como también las Clases que corresponden por parámetros.

CUADRO 2
VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE LOS PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES A MUESTREAR

PARÁMETROS	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES			
	CLASE "A"	CLASE "B"	CLASE "C"	CLASE "D"
Ph	6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0
TURBIDEZ	< 10 UNT	< 50 UNT	<100<2000***	<200<10000***
COLIFECALES NMP	< 50 y < 5 en 80 % de muestras N/100ml.	< 1000 y < 200 en 80 % de muestras N/100ml.	< 5000 y < 1000 en 80 % de muestras N/100ml	< 50000 y < 5000 en 80 % de muestras N/100ml
COLOR	< 10 mg/l	< 50 mg/l	< 100 mg/l	< 200 mg/l
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1000 mg/l	1000 mg/l	15000 mg/l	15000 mg/l
DBO₅	< 2mg/l	< 5 mg/l	< 20 mg/l	< 30 mg/l
SULFATOS	300 mg/l	400 mg/l	400 mg/l	400 mg/l
OXIGENO DISUELTO	> 80 mg/l	> 70 mg/l	> 60 mg/l	> 50 mg/l
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	< 10 mg/l	30 mg/l	50 mg/l	< 100 mg/l
NITRÓGENO TOTAL	5 mg/l	12 mg/l	12 mg/l	12 mg/l

Fuente: RMCH, 1995.

2.2.5. Norma Boliviana NB 512: Reglamento Nacional para el Control de Calidad del Agua para Consumo Humano

Introducción

La calidad del agua con destino al consumo humano tiene implicaciones importantes sobre los aspectos sociales y económicos que actúan indirectamente sobre el desarrollo de un país. Caracterizar la calidad del agua a través de la definición de los

valores máximos aceptables de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos es fundamental para proteger la salud pública.

La estructura de la norma toma en consideración la importancia sanitaria de los parámetros a analizar, la calidad y la sensibilidad de las fuentes utilizadas para la producción de agua para consumo humano.

Los objetivos de esta norma son:

- a) Proteger la salud de la población, definiendo y determinando parámetros de calidad del agua, con sus respectivos niveles, basados en principios de gestión de riesgo, con la finalidad de brindar agua apta para consumo humano.
- b) Ser factibles en el contexto del país, tomando en cuenta la capacidad analítica de los laboratorios y las condiciones técnico-económicas de las entidades prestadoras de servicios de agua y alcantarillado - EPSA.
- c) Establecer parámetros para el control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano, de acuerdo con la realidad nacional, sin que ello implique poner en riesgo la salud humana.

Objeto

Esta norma establece los valores máximos aceptables de los diferentes parámetros, que determinan la calidad de agua abastecida con destino al uso y consumo humano y las modalidades de aplicación y control.

Campo de Aplicación

Esta norma se aplica a todas las aguas abastecidas con destino al uso y consumo humano.

Parámetros de Control de la Calidad del Agua.- Los parámetros que se empleó para la investigación del presente trabajo es la de Control Mínimo de la calidad del Agua (Ver Tabla 1).

TABLA 1
PARÁMETROS DE CONTROL MÍNIMO

Parámetros	Valor Máximo Aceptable
pH	6,5 - 9,0
Conductividad	1.500 μ S/cm*
Turbiedad	5 UTM
Cloro Residual	0,2 - 1,0 mg/l
Coliformes Fecales	0 UFC/100 ml o < 2 NPM/100ml

Fuente: NB 512, 2005.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.

Geográficamente la Región de O'Connor se encuentra ubicado entre las coordenadas 20° 51' 57'' y 21° 56' 51'' de latitud sud y 63° 40' 23'' y 64° 25' 6'' de longitud oeste. Su capital, el centro poblado de Entre Ríos, se encuentra a 1.232 m.s.n.m.

El Río Pajonal se encuentra ubicado en el Municipio de Entre Ríos siendo esta la Primera y Única Sección de la Provincia O'Connor, está ubicado en la parte central del Departamento de Tarija, está a 108 km de la ciudad capital. Limita al norte con el Departamento de Chuquisaca, al sur con las Provincias Arce (Municipio de Padcaya) y Gran Chaco (Municipio de Carapari), al este con la Provincia Gran Chaco (Municipio de Carapari y Villamontes) y al oeste con la Provincia Cercado; abarca parte del distrito 1 del municipio de Entre Ríos.

El presente trabajo se lo realizo en los siguientes puntos del cauce del río, para ello se empleo las coordenadas Universal Transversa Mercator (UTM).

- Punto 1: Frente de la Terminal Nueva ubicado en las coordenadas:
Este 378453,25 – Sur 7619818,09
- Punto 2: Puente Vehicular de la Rotonda Ubicado en las coordenadas:
Este 378704,58 – Sur 7619313,03.
- Punto 3: Urbanización San Lorenzo Ubicado en las coordenadas: Este
379142,70 – Sur 7619172,91.

MAPA 1
UBICACIÓN DEL RÍO PAJONAL Y PUNTOS DE MUESTREO



Fuente: Elaboración Propia, 2016

2.2. COMPONENTE BIOFÍSICO

2.2.1. Clima

El clima es Templado semihúmedo. Esta unidad climática se caracteriza por presentar una superficie de 88.269,417 hectáreas que representa el 81,68 %, este clima se encuentra distribuido en una parte de la región alta, en la parte media y baja de la cuenca Salinas, abarcando comunidades como Narváez, San Diego Sud, Gareca, El Pajonal, Nogalito, El Badén, Las Lomas, Entre Ríos, Moreta, Buena Vista, Alambrado, Naranjos, Valle del Medio, Rio la Sal, El puesto, Fuerte Santiago, San Antonio, La Cueva, Huayco El Tigre, Los Campos, Santa Clara, Salinas y La Misión.(1. SENAMHI, 2011. 2. GAMER, 2008*).

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 se produce normalmente entre los meses de mayo a septiembre, existiendo algunos años excepcionales que pueden adelantarse o atrasarse a lo sumo en un mes (Ver Cuadro 3). (GAMER, 2008).

De acuerdo a los datos de las estaciones mencionadas en la zona de Salinas las precipitaciones ocurridas en un año normal sobrepasan los 1.314 mm, lo que indica que el área recibe un buen aporte hídrico vertical procedente de las lluvias. Sin embargo el comportamiento de la precipitación va experimentando una variabilidad gradual en algunas áreas, existen zonas donde la precipitación anual llega inclusive hasta 674,8 mm anuales (Palos Blancos). (GAMER, 2008).

CUADRO 3

PROMEDIO DE PRECIPITACIÓN ANUAL Y MENSUAL POR ZONA (mm)

Mes Estación	Ene.	Feb.	Mar	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom Anua l
El Pajonal (1.973 – 2.002)	212,4	201,4	200,6	94,9	23,6	9,5	4,7	6,3	12,8	56,8	130,1	172,0	1125,0

Fuente: SENAMHI, 2.002

2.2.3. Temperatura

La temperatura media anual es de 19 °C, en verano 22,5 °C y en invierno de 14,7 °C. Con máximas que superan los 40,9 °C y mínimas extremas que bajan hasta -7,2 °C. (GAMER, 2008).

2.2.4. Vientos

Los vientos son relativamente moderados, de acuerdo a los datos registrados la velocidad media anual es de 6,5 km/hora, con una dirección Norte; mientras que en la época de mayor incidencia las velocidades oscilan desde 7,6 a 10,3 km/hora (agosto - noviembre), en la época de menor incidencia la velocidad media es de 4,5 a 6,7

km/hora (diciembre - julio), la velocidad máxima registrada es de 10,3 km/hora en el mes de septiembre (GAMER, 2008).

2.2.5. Recursos hídricos

El Municipio de Entre Ríos el estudio presenta dos ríos importantes como son: el Pajonal y Santa Ana, que al unirse estos dos forman el río Salinas. (GAMER, 2008*).

2.2.6. Caudales

De acuerdo al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología el Río Pajonal presenta un caudal de 0.442 m³/s y el río Santa Ana un caudal de 0,852 m³/s, por lo tanto el río Salinas presenta un caudal medio de 1.294 m³/s para el año 2014.

2.2.7. Geología

El ZONISIG caracteriza de manera espacial diferentes sistemas de formación geológica, los cuales son: Terciario, Cuaternario, Cretácico, Triásico, Carbonífero y Devónico (Ver Cuadro 4).

CUADRO 4
LEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO

Código mapa	Edad	Litología	Superficie	
			Ha	%
T	Terciario	Conglomerados, areniscas, limonitas y calizas	259.583	40,5
Qca	Quaternario	Gravas, arenas, limos y arcillas.	891,2	4,9
K	Cretácico	Lavas basálticas, areniscas, conglomerados, calizas y limonitas	132.152	20,6
TR	Permo Triásico	Areniscas, calizas, margas, yeso y conglomerados	96.562	15,1
C	Carbonífero	Diamictitas, limonitas, areniscas y conglomerados	118.971	18,6
D	Devónico	Lutitas, areniscas y limonitas	3.3350	5,2
Total			640.618	100,0

Fuente: ZONISIG (2.000)

T. Terciario

Este Sistema es el que caracteriza mayor superficie del 13,5 %). Se encuentra formando el relleno de los amplios sinclinales del río Salinas, el río Pajonal en Entre Ríos interpuestos entre las serranías anticlinales.

2.2.8. Fisiografía

El área de estudio se encuentra en la Provincia fisiográfica del subandino formado por Valles Coluvio – aluviales disección ligera.

Esta unidad pertenece a los valles de los ríos Santa Ana, Pajonal, Salinas, Río La Sal y San Antonio, entre las comunidades de Pajonal, Entre Ríos, Alambrada, Buena Vista, Los Naranjos, Valle del Medio, Fuerte Santiago, La Cueva, San Antonio, Huayco El Tigre, y Salinas, formados por terrazas aluviales, relieve ligeramente ondulado a moderadamente escarpado, alcanzando alturas en un rango de 500 a 1.500msnm. (GAMER, 2008*).

Paisaje de serranía media con disección fuerte

Comprende las serranía de Entre Ríos, altitud de 500 a 2.000 msnm, clima templado semihumedo, relieve moderadamente escarpado a muy escarpado, recubierto por un bosque denso caducifolio, semideciduo y submontano. (GAMER, 2008*).

Valles Coluvio – Aluviales disección ligera

Esta unidad pertenecen a los valles del río Pajonal de la comunidad de Entre Ríos, formado por terrazas aluviales, relieve ligeramente ondulado a moderadamente escarpado, clima cálido semihumedo, con alturas de 500 a 1.500 msnm. (GAMER, 2008*).

2.2.9. Suelos

Asociación Leptosol – Phaeozem

Entre Ríos presenta paisajes de serranías media con pendientes escarpadas a muy escarpadas, litología correspondiente a limonita, arenisca, caliza, dominando relieves extremadamente escarpados, generalmente cubiertos bosque ralo caducifolio

estacional submontano y un bosque denso estacional nublado, presencia de hojarasca y materia orgánica en estado fibrico.

Los suelos presentan generalmente colores pardos rojizos oscuros, rojo amarillento, textura desde franco arenoso, franco arcillo arenoso, drenaje superficial rápido, pH fuertemente ácido a ligeramente ácido, profundidad efectiva moderadamente a muy profundo (GAMER, 2008).

2.2.10. Fauna

El Municipio de Entre Ríos presenta una gran diversidad de especies de animales silvestres entre mamíferos, aves, reptiles y peces, entre los que menciona en el cuadro 5:

CUADRO 5
RESUMEN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EN EL MUNICIPIO DE
ENTRE RÍOS.

AVES		MAMÍFEROS	
Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Águila	<i>Buteo peocilochrous</i>	Anta	<i>Tapirus terrestres</i>
Cardenal	<i>Paroaria coronata</i>	Ciervo andino	<i>Hipoocamelus antisíensis</i>
Cuervillo	(*)	Coati tejón	<i>Naua nasua</i>
Carcancho	<i>Coragyps atratus</i>	Comadreja	<i>Didelphys marsupiales</i>
Chulupia	<i>mimus gilvus</i>	Hormiguero tomandua	<i>Tamandua tetradactyla</i>
Gallinazo	(*)	León	<i>Felis concolor sp.</i>
Garza	<i>Trigisoma fasciatum</i>	Mirikina	<i>Aotus trivírgatus</i>
Gavilán	<i>Parabuteo uncictus</i>	Oso andino	<i>Tremarctos ornatus</i>
Hornero	<i>Furnarius rufus</i>	Oso hormiguero	<i>Myrmecophaga tridáctila</i>
Jilguero	(*)	Quirquincho bola	<i>Tolypeutes matacus</i>
Lechuza	<i>Tyto alba</i>	Quirquincho mulita	<i>Chaetophractus chinga</i>
Loro quiriví	<i>Myopsitta monechus</i>	Tigre	<i>Felis onca</i>
Loro maracaná	<i>Pyrrhura molinae</i>	Tigre onza	<i>Felis yagoarundi</i>
Loro choclero	<i>Nandayus nenday</i>	Urina corzuela	<i>Manzama gounazoubira</i>
REPTILES		PECES	
Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	Misquincho	(*)
Coral	<i>Brotops newwiedi</i>	Sardina	(*)
Ciega	(*)	Sábalo	<i>Prochilodus lineatus</i>

Fuente: PDM, 2008-2012

2.2.11. Flora

Aproximadamente el 80% del territorio del Municipio de Entre Ríos está cubierto por bosques de diferente tipología y potencialidad. El 20% restante tiene cobertura de matorrales, pastizales y cultivos (Ver Cuadro 6). (GAMER, 2008*).

CUADRO 6
RESUMEN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EN EL MUNICIPIO DE
ENTRE RÍOS.

Especie (nombre común)	Nombre científico
Algarrobo	<i>Prosopis alba</i>
Chalchal	<i>Allophyllus edulis</i>
Jarquilla o garrancho.	<i>Acacia sp.</i>
Lanza verdadera	<i>Pataguhnula americana</i>
Lanza amarilla	<i>Terminalia triflora</i>
Tusca	<i>Acaccia aroma</i>
Tipa	<i>Tijuana tipu</i>
Tala	<i>Celtis spinosa</i>
Pasto	<i>Helyonuruscf tripsacoides</i>

Fuente: PDM, 2008-2012

2.3. MATERIALES.

- Recipiente de plástico de 1000ml
- Recipiente bacteriológico de 500ml.
- Jarra plástica de 2000ml.
- Etiquetas para la identificación de las muestras.
- Bolígrafos.
- Conservadora.
- Hielo.
- Cámara fotográfica.

2.4. METODOLOGÍA

Para elaborar el presente trabajo de investigación se empleó el tipo de metodología analítica descriptiva, donde se distinguieron los elementos de un fenómeno de cada parámetro por separado.

El tipo de metodología analítica es aquella que consiste en la desmembración de un todo. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Esta metodología nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. En esta investigación se realizó mediante laboratorio, donde se analizaron los 10 parámetros para determinar el control de calidad del agua de acuerdo a los parámetros de control mínimo de la NB 512 y la clasificación del agua según la clase A, B, C y D del RMCH.

La calidad del agua se determinó a partir de los parámetros básicos físicos, químicos y biológicos establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, donde deberán cumplir con los valores máximos admisibles de dicho reglamento. Para determinar la calidad del agua y su clasificación se consideran los siguientes parámetros: : pH, Turbidez, Colifecales NMP, Color, Sólidos Totales Disueltos, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Sulfatos, Oxígeno Disuelto (OD), Sólidos Sedimentables, Nitrógeno Total.

El objeto de la investigación descriptiva consiste en evaluar ciertas características de una situación particular en uno o más puntos del tiempo. En esta investigación se analizaron los parámetros básicos del agua, que permitan clasificar las aguas del río.

2.5. TÉCNICAS QUE SE EMPLEÓ

2.5.1. Investigación Bibliográfica o Documental.- Mediante fichas documentales se llevó adelante esta técnica.

2.5.2. Técnica de la Observación.- Es el registro visual de lo que ocurre en una situación real clasificado y consignando los datos de acuerdo con algunos esquemas

previstos y de acuerdo al problema que se estudia, se lo empleo en la identificación de los puntos a muestrear.

Las Etapas de la técnica de observación son las siguientes: Elección del espacio, los sujetos a observar, acceso al escenario, estancia en el escenario, retirada del escenario que se logra cuando hay una integración entre los datos y el análisis de tal manera que se revelan teorías relevantes y comprensibles.

2.5.3. Técnica de Análisis de Laboratorio.- Las técnicas empleadas para los 10 parámetros que se analizaron en el Laboratorio de COSAALT fueron las siguientes (Ver Cuadro 7):

CUADRO 7

PARÁMETROS Y TÉCNICAS PARA ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BIOLÓGICO QUE UTILIZARON EN EL LABORATORIO DE COSAALT

Parámetros	Técnica
pH	Electrométrico
Turbiedad	Nefelométrico
Coliformes Fecales	Tubos Múltiples
Color	Visual
Sólidos Totales Disueltos	Electrométrico
DBO₅	Electrodo Selectivo - Oxídmetro
Sulfatos	Turbidimétrico
Oxígeno Disuelto	Oxídmetro
Sólidos Sedimentables	Volumétrico
Nitrógeno Total	Espectrofotométrico

Fuente: Elaboración Propia.

2.6. PASOS QUE SE SEGUIERON PARA LA TOMA DE MUESTRAS

2.6.1. Método de Muestreo

El presente trabajo de investigación se lo realizo en la época de estiaje cuando el río tenía un caudal mínimo y el método aplicado se baso de acuerdo al procedimiento

establecido en la Norma Boliviana (NB) de Toma de Muestras la 496, la cual tiene el siguiente procedimiento:

- **Muestreo:** La toma de muestra destinadas al análisis físico-químico, y bacteriológico pueden ser muestras simples y puntuales.
- **Puntos de muestreo:** El registro y ubicación de los puntos de muestreo.
- **Identificación de puntos de muestreo:** Todas las muestras deben ser llevadas bien identificadas, llevando una etiqueta o tarjeta, consignando los datos detallados.
- **Procedimientos para la toma de muestras:** Para la recolección de la muestra se tomó de medio río, tomando en cuenta el caudal, la profundidad y la distancia a la orilla. Se utilizó envases de plástico, previo a la toma de muestra se las enjuago tres veces con el agua a muestrear. La cantidad requerida de muestra para realizar el análisis físico-químico es de 2 litros y para el análisis microbiológico se utilizó envases esterilizados.
- **Transporte y Conservación de Muestras:** Se transportó las muestras en una conservadora con hielo.

2.6.2. Toma de Muestras.- Para la toma de muestras se utilizo las coordenadas UTM y a una distancia de 500 m de un punto de muestreo a otro.

Ubicación de puntos:

Primer Punto. X: 378453,25

Y: 7619818,09

- **Lugar:** Frente de la Terminal Nueva.

Segundo Punto. X: 378704,58

Y: 7619313,03

- **Lugar:** Puente Vehicular de la Rotonda.

Tercer Punto. X: 379142,70

Y: 7619172,91

- **Lugar:** Urbanización San Lorenzo.

Procedimiento que se realizó en la toma de Muestras en los Tres Puntos:

- La toma de muestras se realizo en época de estiaje.
- Primeramente se procedió a enjugar los envases tres veces con el agua a muestrear, con la ayuda de una jarra de 2000ml se realizó la toma de muestra en sentido contrario a la corriente del rio.
- Para el análisis físico-químico se utilizó envases de plástico de 1000ml, donde se lo lleno por completo un frasco para cada punto a muestrear.
- Para el análisis microbiológico se utilizó envases de vidrio de 500ml, solo se lo lleno $\frac{3}{4}$ partes del envase un frasco para cada punto a muestrear.
- Se rotulo cada uno de los envases después de la toma de muestra, poniendo la fecha y hora que se tomaron dichas muestras.
- Para el transporte de las muestras se utilizó una conservadora con hielo, para garantizar las condiciones de las mismas, las cuales fueron llevadas al Laboratorio de COSAALT LTA de la Ciudad de Tarija.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADO DE LOS 10 PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO DE COSAALT PARA LA CLASIFICACIÓN DEL CUERPO DE AGUA DEL RÍO PAJONAL.

Según el análisis fisicoquímico y bacteriológico de COSAALT, se determinaron los siguientes resultados en los tres puntos de muestreo.

CUADRO 8

PUNTO 1: FRENTE DE LA TERMINAL NUEVA

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS DE CONTROL MÍNIMO DEL NB 512.

PARÁMETROS	PUNTO 1	VALORES MÁXIMOS ACEPTABLES		
		NB 512	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,56	6,5 - 9,0	Cumple	
Turbiedad	5,20 UNT	5 UNT	No Cumple	Por partículas en suspensión por la construcción del nuevo puente.
Coliformes Fecales	43000,00 NMP/100ml	0 UFC/100 ml o < 2 NPM/100ml	No Cumple	Por excrementos de animales.

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

De acuerdo al Cuadro 8 de los parámetros de control mínimo podemos indicar que el pH cumple con el valor máximo aceptable de la calidad del agua, la Turbiedad y los Coliformes Fecales no cumplen por que presentan partículas en suspensión y excrementos de animales que tiene este punto de muestreo.

Por lo que estas aguas no pueden ser consumidas ya que no están dentro de los Parámetros de Control Mínimo del Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano (NB 512).

CUADRO 9

PUNTO 1: FRENTE DE LA TERMINAL NUEVA

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.

PARÁMETROS	PUNTO 1	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE A	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,56	6,0 a 8,5	No Cumple	
Turbiedad	5,20 UNT	< 10 UNT	Cumple	
Coliformes Fecales	43000,00 NMP/100ml	< 50 y < 5 en 80 % de muestras NMP/100ml	No Cumple	Por excrementos de animales.
Color	40,50 mg/l	< 10 mg/l	No Cumple	
Sólidos Totales Disueltos	252,00 mg/l	1000 mg/l	Cumple	
DBO₅	2,37 mg/l	< 2 mg/l	No cumple	Por compuestos orgánicos.
Sulfatos	69,00 mg/l	300 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	101,10 mg/l	> 80 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	0,1 mg/l	< 10 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	0,21 mg/l	5 mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

Como podemos observar en el Cuadro 7, el 60% de los parámetros analizados en el punto 1 están dentro de los valores máximos admisibles establecidos en la Clase A del RMCH, solo el 40% de los parámetros exceden los valores máximos admisibles, los mismos que no corresponden en esta clase A del Reglamento.

Con respecto al DBO_5 , que se excede en un 18,5% con respecto al valor de la Norma, es que en este punto de muestreo se observó que tiene presencia de materia orgánica debido a excrementos de animales, residuos sólidos que hechan los peatones, otros.

Con respecto a las Coliformes Fecales, que están sobrepasando en cantidades demasiado altas, con respecto a la Clase A, es que se justifica por la presencia de excrementos de animales como también por la presencia de las aguas residuales de los barrios El Baden y barrio Banda Mealla.

Con respecto al pH que se sobrepasa con 0,06 (0,71%) podemos decir que posiblemente estas aguas de río vienen cargadas con este valor, es decir, que los factores externos del lugar del punto de muestreo 1, no afectan a ello.

El Color se debe a la materia orgánica en suspensión por el movimiento de la tierra por la construcción del puente.

Por lo que estas aguas naturales no tienen la 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 laboratorio.

Como cuatro de los parámetros no cumplen para la Clase A, entonces se requiere realizar el análisis para la siguiente Clase, que sería la Clase B.

CUADRO 10**PUNTO 1: FRENTE LA TERMINAL NUEVA****CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.**

PARÁMETROS	PUNTO 1	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE B	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,56	6,0 a 9,0	Cumple	
Turbiedad	5,20 UNT	< 50 UNT	Cumple	
Coliformes Fecales	43000,00 NMP/100ml	< 1000 y < 200 en 80 % de muestras NMP/100ml	No Cumple	Por excremento de animales.
Color	40,50 mg/l	< 50 mg/l	Cumple	
Sólidos Totales Disueltos	252,00 mg/l	1000 mg/l	Cumple	
DBO₅	2,37 mg/l	< 5 mg/l	Cumple	
Sulfatos	69,00 mg/l	400 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	101,10 mg/l	> 70 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	0,1 mg/l	30 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	0,21 mg/l	12 mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

Como podemos observar en el Cuadro 10 del punto 1, el 90% de los parámetros si están dentro de los valores máximos admisibles, pero el 10% no están dentro del rango de la Clase B del RMCH, debido a que Coliformes Fecales no está dentro de los valores máximos admisibles.

Por lo que estas aguas naturales no pueden tener utilidad general ni tampoco para consumo humano.

CUADRO 11

PUNTO 1: FRENTE DE LA TERMINAL NUEVA

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.

PARÁMETROS	PUNTO 1	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE C	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,56	6,0 a 9,0	Cumple	
Turbiedad	5,20 UNT	< 100 < 200** UNT	Cumple	
Coliformes Fecales	43000,00 NMP/100ml	< 5000 y < 1000 en 80 % de muestras NMP/100ml	No Cumple	Por el excremento de animales
Color	40,50 mg/l	< 100 mg/l	Cumple	
Sólidos Totales Disueltos	252,00 mg/l	15000 mg/l	Cumple	
DBO ₅	2,37 mg/l	< 20 mg/l	Cumple	
Sulfatos	69,00 mg/l	400 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	101,10 mg/l	> 60 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	0,1 mg/l	50 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	0,21 mg/l	12 mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

Como se muestra en el Cuadro 11 del punto 1, el 90% de los parámetros están dentro de la Clase C, pero solo el 10% no cumple, es decir que nuevamente los Coliformes Fecales no están dentro de los valores máximos admisibles del reglamento, por lo cual no pertenece a esta Clase C.

Por lo que estas aguas no pueden ser de utilidad general ni tampoco para ser habilitadas para consumo humano.

CUADRO 12

PUNTO 1: FRENTE DE LA TERMINAL NUEVA

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.

PARÁMETROS	PUNTO 1	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE D	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,56	6,0 a 9,0	Cumple	
Turbiedad	5,20 UNT	< 200 < 10000*** UNT	Cumple	
Coliformes Fecales	43000,00 NMP/100ml	< 50000 y < 5000 en 80 % de muestras NMP/100ml	Cumple	
Color	40,50 mg/l	< 200 mg/l	Cumple	
Sólidos Totales Disueltos	252,00 mg/l	15000 mg/l	Cumple	
DBO₅	2,37 mg/l	< 30 mg/l	Cumple	
Sulfatos	69,00 mg/l	400 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	101,10 mg/l	> 50 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	0,1 mg/l	< 100 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	0,21 mg/l	12mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

En el Cuadro 12 del punto 1, todos los parámetros están dentro de los valores máximos admisibles por lo que estaría contemplada en la Clase D del Reglamento de Materia de Contaminación Hídrica, con calidad mínima, por lo cual para el consumo humano se debe dar en casos extremos de necesidad pública, pero requiriéndose inicialmente de una pre sedimentación, seguidos de un tratamiento fisicoquímico completo de coagulación, floculación, filtración y desinfección bacteriológica.

CUADRO 13**PUNTO 2: PUENTE VEHICULAR DE LA ROTONDA****CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS DE CONTROL MÍNIMO DEL NB 512.**

PARÁMETROS	PUNTO 2	VALORES MÁXIMOS ACEPTABLES		
		NB 512	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,55	6,5 - 9,0	Cumple	
Turbiedad	10,70 UNT	5 UNT	No Cumple	Por partículas en suspensión.
Coliformes Fecales	93000,00 NMP/100ml	0 UFC/100 ml o < 2 NPM/100ml	No Cumple	Por descargas de aguas servidas de la rotonda.

Fuente: COSAALT**Elaboración: Propia.**

Como podemos observar en el Cuadro 13 de los parámetros de control mínimo podemos indicar que el pH cumple con el valor máximo aceptable de la calidad del agua, la Turbiedad y los Coliformes Fecales no cumplen por que presentan partículas en suspensión y por las descargas de las aguas servidas de la rotonda.

Por lo que estas aguas no pueden ser consumidas ya que no están dentro de los Parámetros de Control Mínimo del Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano (NB 512).

CUADRO 14

PUNTO 2: PUENTE VEHICULAR DE LA ROTONDA

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.

PARÁMETROS	PUNTO 2	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE A	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,55	6,0 a 8,5	No Cumple	
Turbiedad	10,70 UNT	< 10 UNT	No Cumple	Por la extracción de áridos.
Coliformes Fecales	93000,00 NMP/100ml	< 50 y < 5 en 80 % de muestras NMP/100ml	No Cumple	Por descargas de aguas servidas de la rotonda.
Color	76 mg/l	< 10 mg/l	No Cumple	Por el movimiento de áridos.
Sólidos Totales Disueltos	253,00 mg/l	1000 mg/l	Cumple	
DBO ₅	3,51 mg/l	< 2 mg/l	No cumple	Por compuestos orgánicos.
Sulfatos	76,00 mg/l	300 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	101,30 mg/l	> 80 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	< 0,1 mg/l	< 10 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	2,12 mg/l	5 mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

Como podemos observar en el Cuadro 14 del punto 2, el 50% de los parámetros analizados están dentro de los valores máximos admisibles y el 50% no pertenecen a la Clase A del RMCH, porque la Turbidez, Color, Coliformes Fecales, pH y DBO₅ no cumplen los rangos de los valores máximos admisibles.

Como se aclara en la misma Tabla, en el punto de observaciones, cercano al punto de muestreo se tiene la construcción del Puente de la Nueva Terminal, también se cuenta con una descarga de ARU de baños públicos de la rotonda, del barrio Banda Mealla y Barrio Cañaverál.

No es de Clase A del RMCH porque estas aguas naturales no tienen la 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 laboratorio.

CUADRO 15

PUNTO 2: PUENTE VEHICULAR DE LA ROTONDA

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.

PARÁMETROS	PUNTO 2	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE B	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,55	6,0 a 9,0	Cumple	
Turbiedad	10,70 UNT	< 50 UNT	Cumple	
Coliformes Fecales	93000,00 NMP/100ml	< 1000 y < 200 en 80 % de muestras NMP/100ml	No Cumple	Por descargas de aguas servidas de la rotonda.
Color	76 mg/l	< 50 mg/l	No Cumple	
Sólidos Totales Disueltos	253,00 mg/l	1000 mg/l	Cumple	
DBO ₅	3,51 mg/l	< 5 mg/l	Cumple	
Sulfatos	76,00 mg/l	400 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	101,30 mg/l	> 70 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	< 0,1 mg/l	30 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	2,12 mg/l	12 mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

Como podemos observar en el Cuadro 15 del punto 2, el 80% de los parámetros cumplen con los valores máximos admisibles y el 20% no está dentro de los valores máximos admisibles del RMCH, que sería por las Coliformes Fecales y el color que no se clasifican dentro de la Clase B.

Con respecto a las Coliformes Fecales, que están sobrepasando en cantidades demasiado altas, con respecto a la Clase A, es que se justifica por la presencia de

excrementos de animales, descargas de ARU de los Barrios El Baden, Banda Mealla, Cañaveral como así también por las descargas de los baños públicos de la rotonda.

Por lo que estas aguas naturales no pueden tener utilidad general ni tampoco para consumo humano.

CUADRO 16

PUNTO 2: PUENTE VEHICULAR DE LA ROTONDA

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.

PARÁMETROS	PUNTO 2	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE C	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,55	6,0 a 9,0	Cumple	
Turbiedad	10,70 UNT	< 100 < 200** UNT	Cumple	
Coliformes Fecales	93000,00 NMP/100ml	< 5000 y < 1000 en 80 % de muestras NMP/100ml	No Cumple	Por descargas de aguas servidas de la rotonda.
Color	76 mg/l	< 100 mg/l	Cumple	
Sólidos Totales Disueltos	253,00 mg/l	15000 mg/l	Cumple	
DBO ₅	3,51 mg/l	< 20 mg/l	Cumple	
Sulfatos	76,00 mg /l	400 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	101,30 mg/l	> 60 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	< 0,1 mg/l	50 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	2,12 mg/l	12 mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

Como se observa en el Cuadro 16 del punto 2, el 90% cumple los valores máximos admisibles, pero el 10% exceden los valores, por lo que tampoco está dentro de la Clase C del Reglamento de Materia en Contaminación Hídrica por el exceso de Coliformes Fecales, que se dan por las descargas de ARU por el Barrio Cañaveral, Baden, Banda Mealla y los baños públicos de la rotonda.

Por lo que estas aguas no pueden ser de utilidad general ni tampoco para ser habilitadas para consumo humano.

CUADRO 17

PUNTO 2: PUENTE VEHICULAR DE LA ROTONDA

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.

PARÁMETROS	PUNTO 2	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE D	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,55	6,0 a 9,0	Cumple	
Turbiedad	10,70 UNT	< 200 < 10000*** UNT	Cumple	
Coliformes Fecales	93000,00 NMP/100ml	< 50000 y < 5000 en 80 % de muestras NMP/100ml	No Cumple	Por descargas de aguas servidas de la rotonda.
Color	76 mg/l	< 200 mg/l	Cumple	
Sólidos Totales Disueltos	253,00 mg/l	15000 mg/l	Cumple	
DBO ₅	3,51 mg/l	< 30 mg/l	Cumple	
Sulfatos	76,00 mg/l	400 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	101,30 mg/l	> 50 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	< 0,1 mg/l	< 100 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	2,12 mg/l	12 mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

Como podemos observar en el Cuadro 17 del punto 2, el 90% de los parámetros analizados están contemplados dentro de los valores máximos admisibles, por lo que no pertenece a la Clase D, por el elevado incremento de Coliformes Fecales, lo cual no es posible emplearlo para consumo humano, ya que al ser consumida esta agua puede provocar enfermedades como: *la Escherichia coli* provocando dolor abdominal, diarrea, náuseas, vómitos y fiebre. La *klebsiella* produce enfermedades

respiratorias. La *citrobacter* produce alteraciones a nivel del colon y a nivel intestinal.

Como la calidad del agua es mínima para el consumo humano se debe dar en casos extremos de necesidad pública, requiriéndose inicialmente de una pre sedimentación, seguidos de un tratamiento fisicoquímico completo de coagulación, floculación, filtración y desinfección bacteriológica.

CUADRO 18

PUNTO 3: URBANIZACIÓN SAN LORENZO

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS DE CONTROL MÍNIMO DEL NB 512.

PARÁMETROS	PUNTO 3	VALORES MÁXIMOS ACEPTABLES		
		NB 512	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,73	6,5 - 9,0	Cumple	
Turbiedad	10,50 UNT	5 UNT	No Cumple	Por partículas en suspensión.
Coliformes Fecales	150000,00 NMP/100ml	0 UFC/100 ml o < 2 NPM/100ml	No Cumple	Por la aguas servidas que salen la población.

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

En el cuadro 18 de los parámetros de control mínimo podemos indicar que el pH está dentro de los valores máximos aceptables de la calidad del agua, la Turbiedad y los Coliformes Fecales no cumplen por que presentan partículas en suspensión y por las descargas de las aguas servidas que salen en la urbanización San Lorenzo.

Por lo que estas aguas no pueden ser consumidas ya que no están dentro de los Parámetros de Control Mínimo del Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano (NB 512).

CUADRO 19**PUNTO 3: URBANIZACIÓN SAN LORENZO****CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.**

PARÁMETROS	PUNTO 3	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE A	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,73	6,0 a 8,5	No Cumple	
Turbiedad	10,50 UNT	< 10 UNT	No Cumple	Por la extracción de áridos
Coliformes Fecales	150000,00 NMP/100ml	< 50 y < 5 en 80 % de muestras NMP/100ml	No Cumple	Por la aguas servidas que salen la población.
Color	82,00 mg/l	< 10 mg/l	No Cumple	
Sólidos Totales Disueltos	260,00 mg/l	1000 mg/l	Cumple	
DBO₅	3,57 mg/l	< 2 mg/l	No cumple	Por compuestos orgánicos.
Sulfatos	77,00 mg/l	300 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	98,95 mg/l	> 80 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	< 0,1 mg/l	< 10 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	0,21 mg/l	5 mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

Como se observa en el Cuadro 19 del punto 3, el 50% de parámetros están dentro de los valores máximos admisibles del RMCH y el 50% no pertenecen a la Clase A, por el incremento de Turbidez, pH, Coliformes Fecales, Color y DBO₅.

Sobre el pH, DBO₅, Color, Turbidez y Coliformes Fecales, podemos decir que éste incremento es a consecuencia del aumento del número de descargas de ARU en la descarga de rotonda, descarga del mercado nuevo y descarga de la Urbanización San Lorenzo, cuyas aguas son de carácter alcalino.

Por lo que estas aguas naturales no tienen la 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 laboratorio.

CUADRO 20

PUNTO 3: URBANIZACIÓN SAN LORENZO

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.

PARÁMETROS	PUNTO 3	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE B	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,73	6,0 a 9,0	Cumple	
Turbiedad	10,50 UNT	< 50 UNT	Cumple	
Coliformes Fecales	150000,00 NMP/100ml	< 1000 y < 200 en 80 % de muestras NMP/100ml	No Cumple	Por la aguas servidas que salen la población.
Color	82,00 mg/l	< 50 mg/l	No Cumple	
Sólidos Totales Disueltos	260,00 mg/l	1000 mg/l	Cumple	
DBO ₅	3,57 mg/l	< 5 mg/l	Cumple	
Sulfatos	77,00 mg/l	400 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	98,95 mg/l	> 70 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	< 0,1 mg/l	30 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	0,21 mg/l	12 mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

Como se muestra en el Cuadro 20 del punto 3, el 80% no exceden los valores máximos admisibles, el 20% de los parámetros exceden los valores máximos admisibles, lo cual no están dentro de la Clase B del Reglamento de Materia de Contaminación Hídrica.

Sobre los Coliformes Fecales, podemos decir que éste incremento es a consecuencia del aumento del número de descargas de ARU en la descarga de rotonda, descarga del

mercado nuevo y descarga de la Urbanización San Lorenzo, cuyas aguas tienden un carácter alcalino.

Por lo que estas aguas naturales no pueden tener utilidad general ni tampoco para consumo humano.

CUADRO 21

PUNTO 3: URBANIZACIÓN SAN LORENZO

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.

PARÁMETROS	PUNTO 3	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE C	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,73	6,0 a 9,0	Cumple	
Turbiedad	10,50 UNT	< 100 < 200** UNT	Cumple	
Coliformes Fecales	150000,00 NMP/100ml	< 5000 y < 1000 en 80 % de muestras NMP/100ml	No Cumple	Por la aguas servidas que salen la población.
Color	82,00 mg/l	< 100 mg/l	Cumple	
Sólidos Totales Disueltos	260,00 mg/l	15000 mg/l	Cumple	
DBO ₅	3,57 mg/l	< 20 mg/l	Cumple	
Sulfatos	77,00 mg /l	400 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	98,95 mg/l	> 60 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	< 0,1 mg/l	50 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	0,21 mg/l	12 mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

En el Cuadro 21 del punto 3, el 90% de los parámetros analizados están dentro de los valores máximos admisibles, pero el 10% de los parámetros no están contemplados dentro del RMCH, por lo cual no pertenecen a la Clase C del Reglamento, por el elevado contenido de Coliformes Fecales.

Por lo que estas aguas no pueden ser de utilidad general ni tampoco para ser habilitadas para consumo humano.

CUADRO 22

PUNTO 3: URBANIZACIÓN SAN LORENZO

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS BÁSICOS SEGÚN EL RMCH.

PARÁMETROS	PUNTO 3	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES		
		CLASE D	CUMPLIMIENTO	OBS.
pH	8,73	6,0 a 9,0	Cumple	
Turbiedad	10,50 UNT	< 200 < 10000*** UNT	Cumple	
Coliformes Fecales	150000,00 NMP/100ml	< 50000 y < 5000 en 80 % de muestras NMP/100ml	No Cumple	Por la aguas servidas que salen la población.
Color	82,00 mg/l	< 200 mg/l	Cumple	
Sólidos Totales Disueltos	260,00 mg/l	15000 mg/l	Cumple	
DBO ₅	3,57 mg/l	< 30 mg/l	Cumple	
Sulfatos	77,00 mg /l	400 mg/l	Cumple	
Oxígeno Disuelto	98,95 mg/l	> 50 mg/l	Cumple	
Sólidos Sedimentables	< 0,1 mg/l	< 100 mg/l	Cumple	
Nitrógeno Total	0,2 mg/l	12 mg/l	Cumple	

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia.

Como se observa en el Cuadro 22, no todos los parámetros están dentro de los valores máximos admisibles, por lo que no pertenecen a la Clase D, por las Coliformes Fecales no está dentro del rango establecido por el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, esta agua es de calidad mínima, por lo cual para el consumo humano se debe dar en casos extremos de necesidad pública, requiriéndose inicialmente de una pre sedimentación, seguidos de un tratamiento físico-químico completo de coagulación, floculación, filtración y desinfección bacteriológica, no

puede ser utilizada para el consumo humano sin previo tratamiento, ya que puede provocar enfermedades respiratorias, náuseas, vómitos, fiebre, dolor abdominal y diarrea.

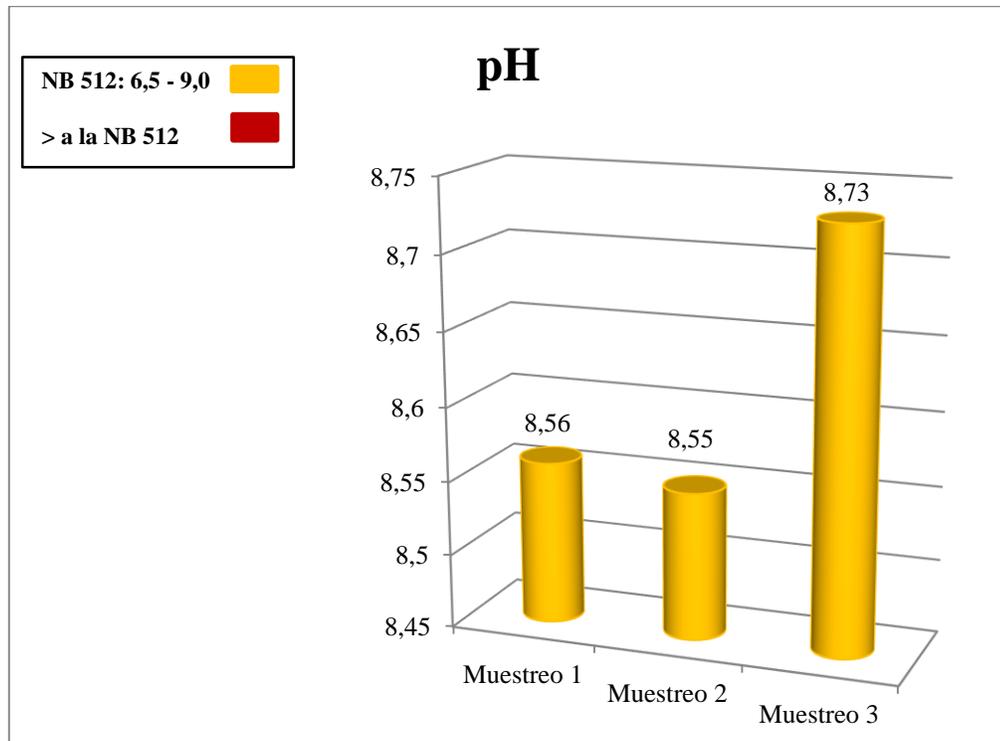
3.1.1. Clasificación de los Parámetros de Control Mínimo establecidos por el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano (NB 512).

Para éste análisis usaremos los nombres respectivos que corresponde a cada punto de toma de muestras, para determinar de forma más puntual la contaminación respectiva. Por lo que el punto 1 de toma de muestra, hace referencia a frente a la terminal nueva, el punto 2 de toma de muestra se lo realizo en el Puente Vehicular de la Rotonda y el punto 3 de toma de muestra en la Urbanización San Lorenzo.

- La Clasificación de los Parámetros de Control Mínimo de la NB 512 en los 3 puntos de muestreo:

GRÁFICA 1

pH

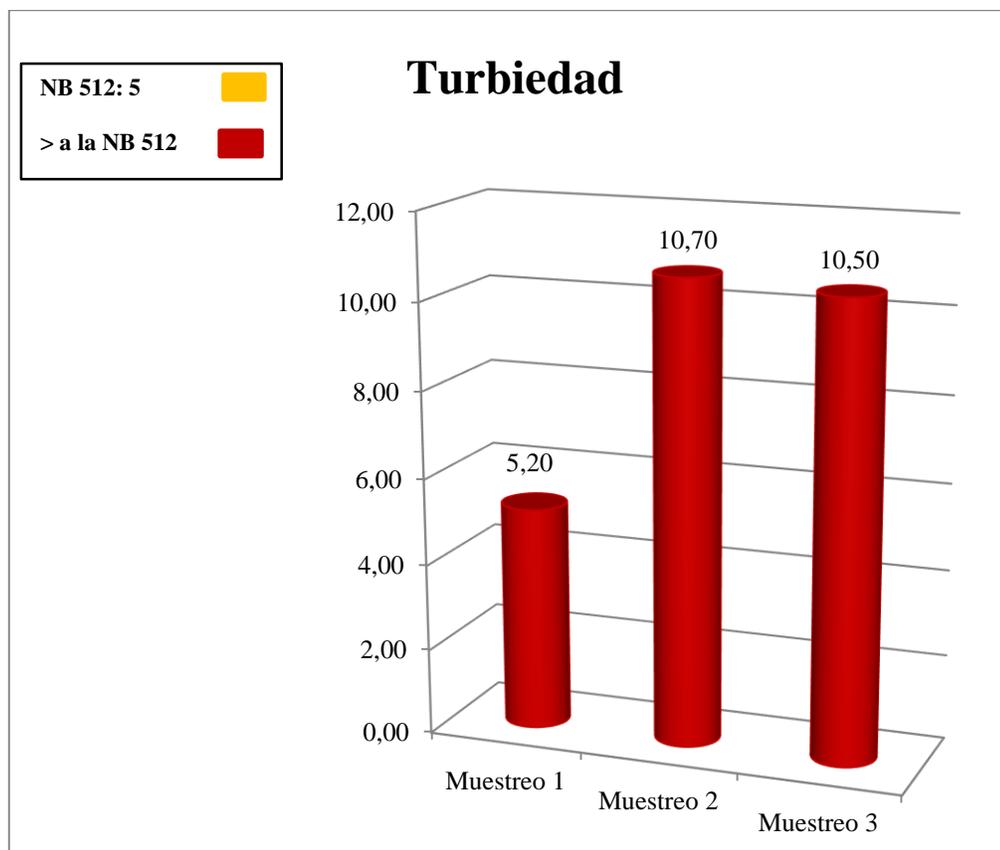


Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- Como se muestra en el Gráfico 1, la muestra del punto 1 (Frente de la Terminal Nueva), la muestra del punto de muestreo 2 (Puente de la Rotonda) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) el valor de pH si están dentro de los valores máximos aceptables del Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano (NB 512).

GRÁFICA 2
TURBIEDAD

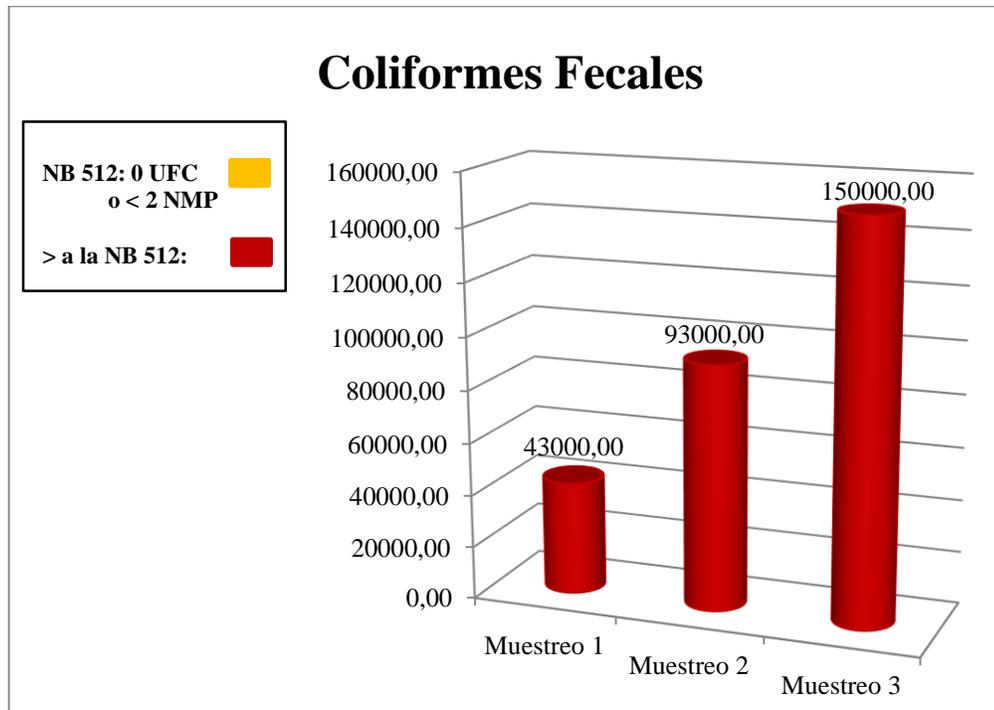


Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- Como se muestra en el Gráfico 2, la muestra del punto 1 (Frente de la Terminal Nueva), la muestra del punto 2 (Puente de la Rotonda) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) el valor de la Turbiedad no están dentro de los valores máximos aceptables del Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano (NB 512).

GRÁFICA 3
COLIFORMES FECALES



Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- Como se muestra en el Gráfico 3, la muestra del punto 1 (Frente de la Terminal Nueva), la muestra del punto 2 (Puente de la Rotonda) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) el valor de los Coliformes Fecales no están dentro de los valores máximos aceptables del Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano (NB 512).

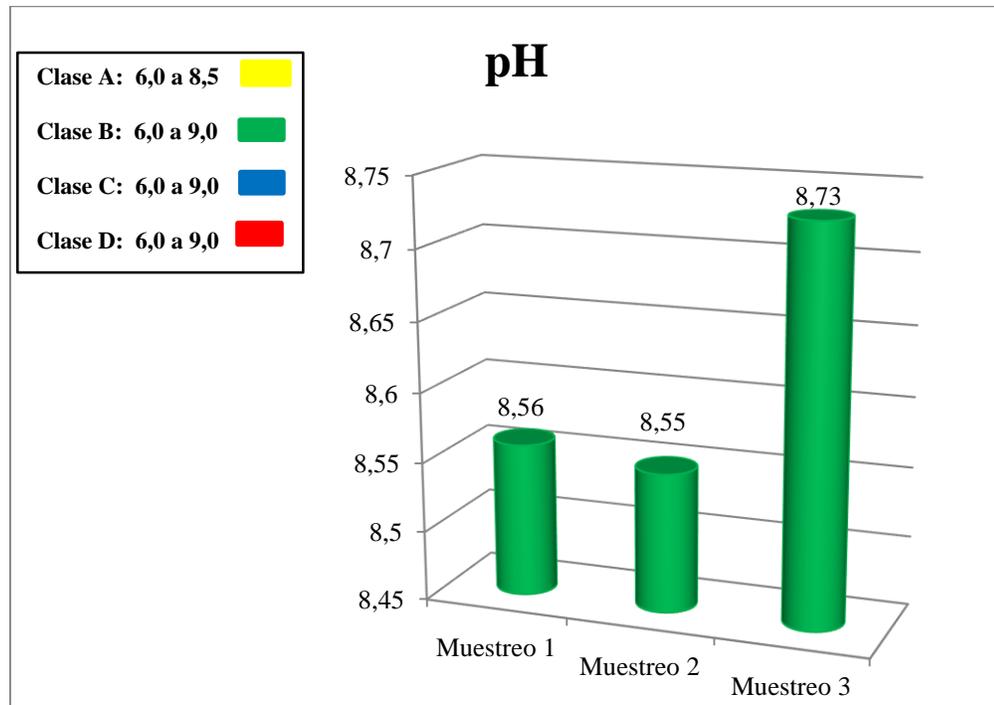
3.1.2. Clasificación de los Parámetros Básicos establecidos en el RMCH de la Ley 1333 de Medio Ambiente.

Para éste análisis usaremos los nombres respectivos que corresponde a cada punto de toma de muestras, para determinar de forma más puntual la contaminación respectiva. Por lo que el punto 1 de toma de muestra, hace referencia a frente a la terminal nueva, el punto 2 de toma de muestra se lo realizo en el Puente Vehicular de la Rotonda y el punto 3 de toma de muestra en la Urbanización San Lorenzo.

- La Clasificación de los Parámetros Básicos del RMCH en los 3 puntos de muestreo:

GRÁFICA 4

pH

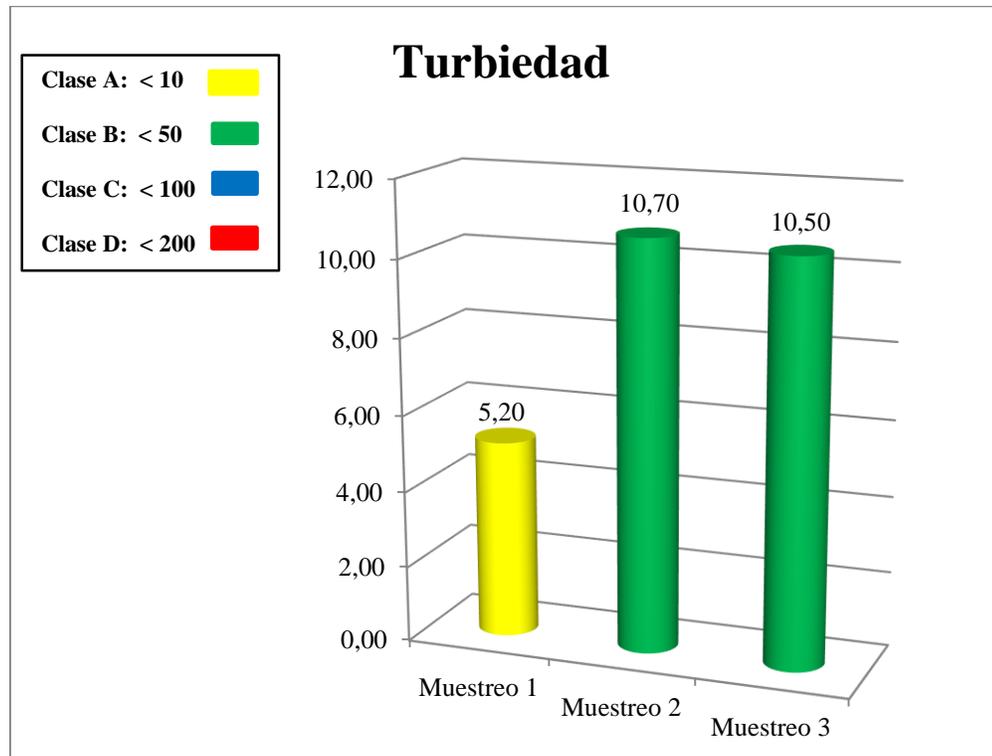


Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- Como se muestra en el Gráfico 4 (Frente de la Terminal Nueva) el punto uno de muestreo no está dentro de los valores máximos admisibles de la clase A, correspondiendo al valor admisible de la Clase B, y las muestras de los puntos de muestreo 2 (Puente de la Rotonda) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) este valor de pH si están dentro de los valores máximos admisibles correspondiente a la Clase B.

GRÁFICA 5
TURBIEDAD

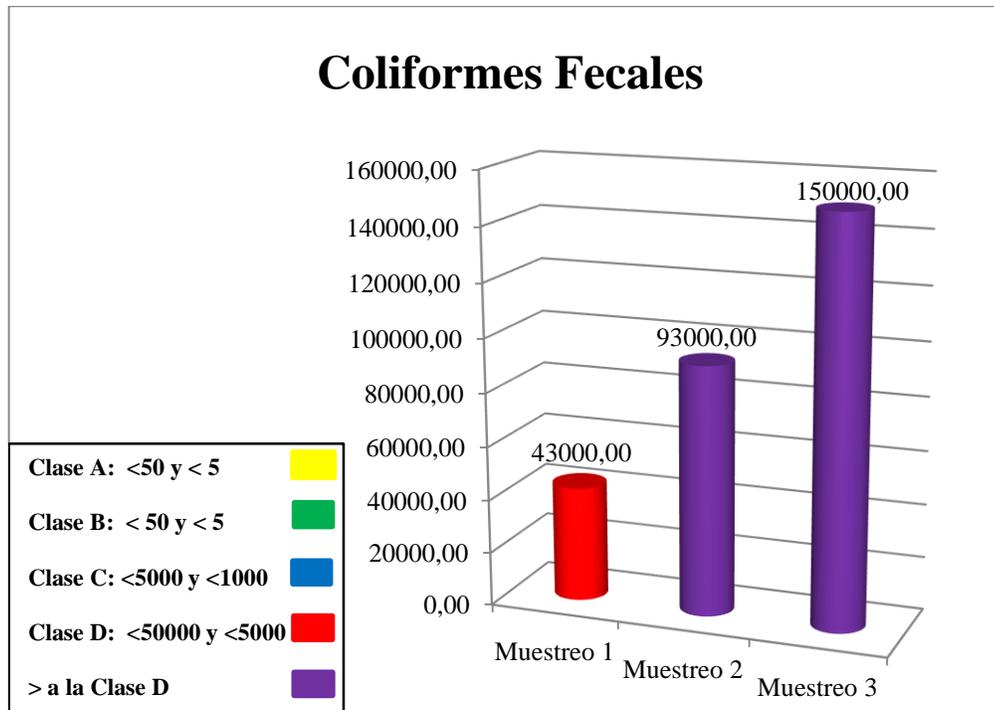


Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- En el punto 1 (Frente de la Terminal Nueva) la Turbiedad pertenece a la clase A, ya que no excede los valores máximos admisibles del RMCH como muestra la Gráfica 5.
- En el punto 2 (Puente Vehicular de la Rotonda) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) la Turbidez pertenece a la Clase B, según los valores máximos admisibles del Reglamento de Materia en Contaminación Hídrica, debido a las descargas de ARU de la Rotonda, descargas del Mercado Nuevo y descargas de la Urbanización San Lorenzo.

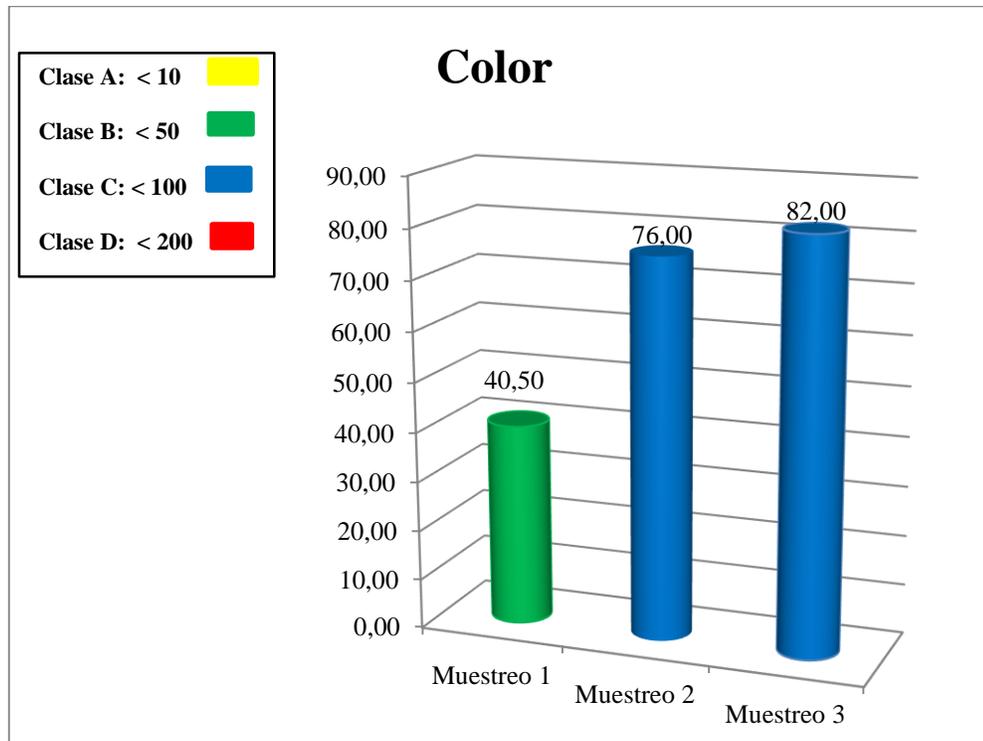
GRÁFICA 6
COLIFORMES FECALES



Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- Solo el punto 1 (Frente de la Terminal Nueva), de Coliformes Fecales pertenecen a la Clase D, el punto 2 (Puente de la Rotonda) y el punto 6 (Urbanización San Lorenzo) no cumplen con los valores máximos admisibles, por lo que no están contemplados en ninguna de las cuatro clases del Reglamento de Materia en Contaminación Hídrica de la Ley 1333, por las descargas de ARU de la Rotonda, Mercado Nuevo y Urbanización San Lorenzo.

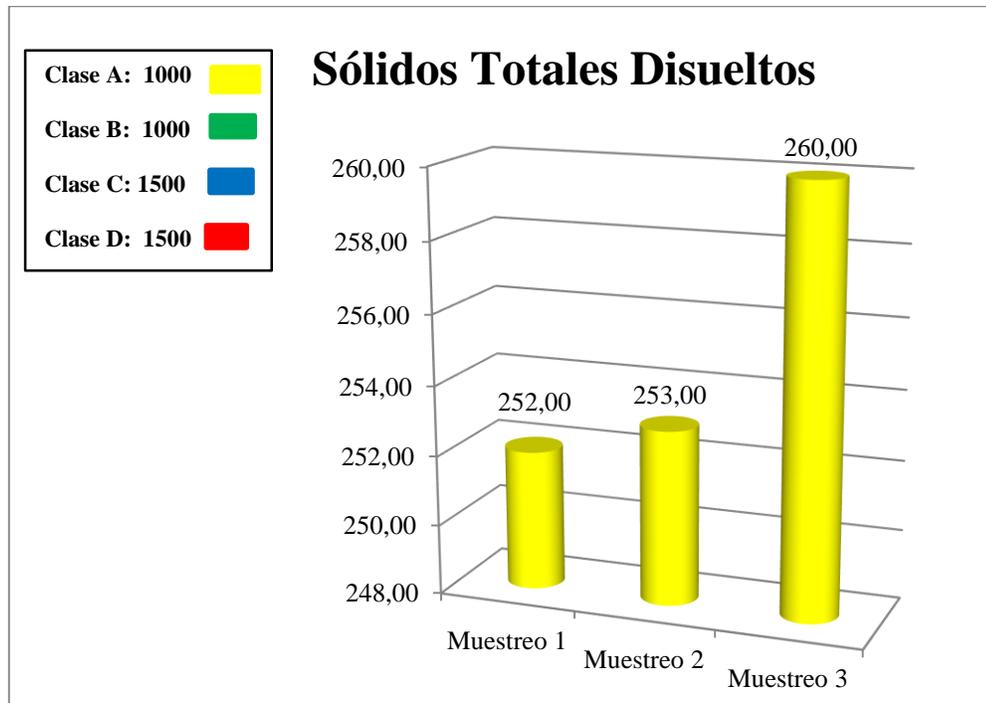
GRÁFICA 7**COLOR**

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- En el punto 1 (Frente de la Terminal Nueva) el color pertenecen a la Clase B, según los valores máximos admisibles del RMCH.
- En el punto 2 (Puente de la Rotonda) y en el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) el color pertenece a la Clase C del RMCH, según los valores máximos admisibles, debido a la presencia de materia vegetal que hay en este punto.

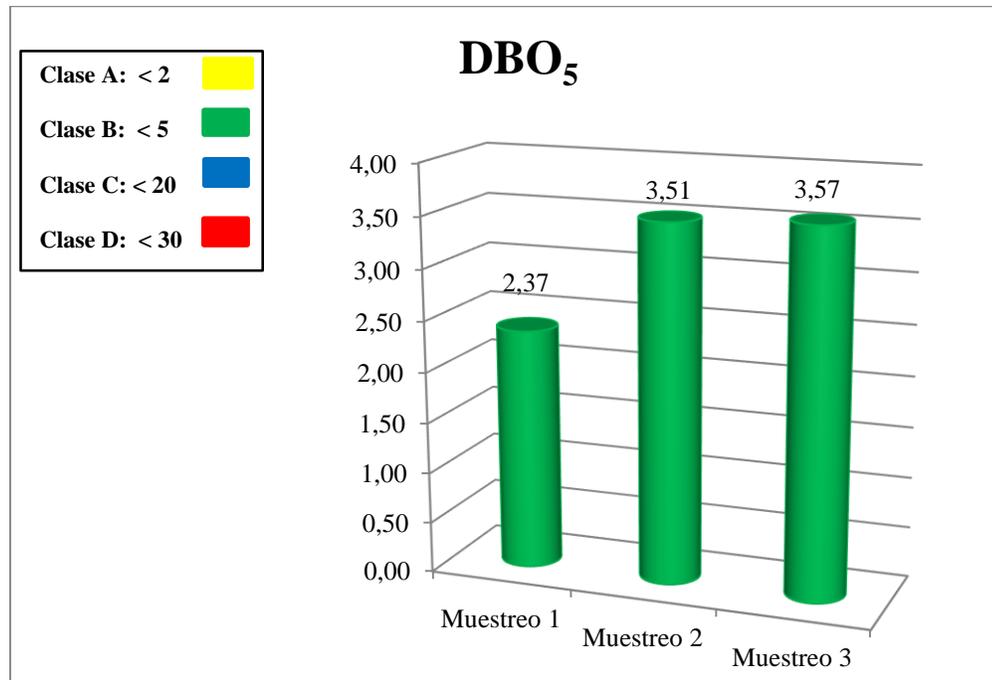
GRÁFICA 8
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS



Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

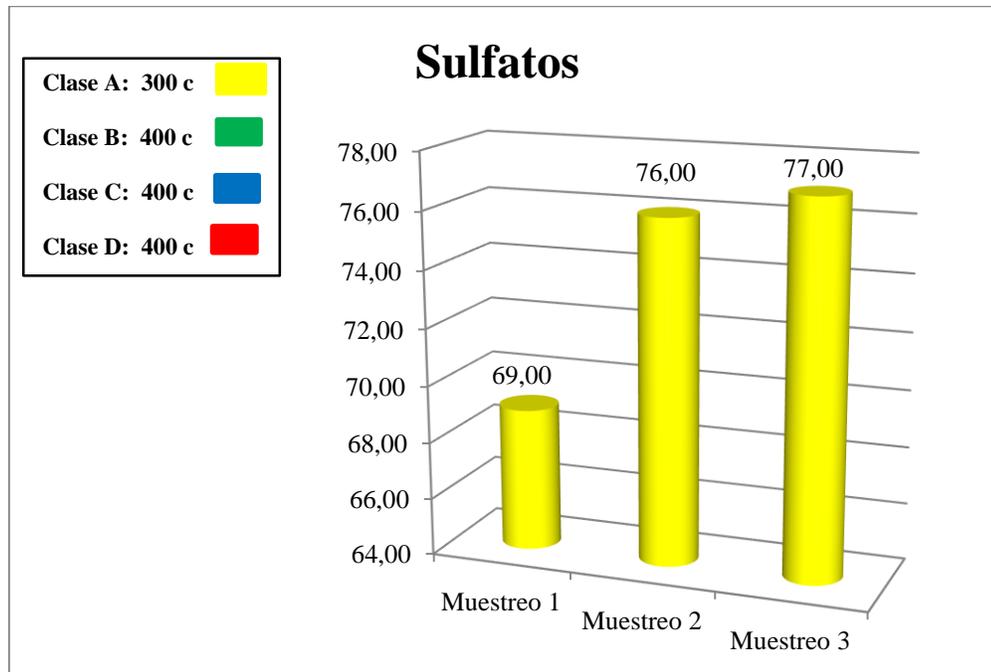
- Como se muestra en el gráfico 8, en el punto 1 (Frente de la Terminal Nueva), punto 2 (Puente de la Rotonda) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) de Sólidos Totales Disueltos, pertenecen a la Clase A, ya que están dentro de los valores máximos admisibles del Reglamento de Materia en Contaminación Hídrica.

GRÁFICA 9**DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅)**

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- Tanto el punto 1 (Frente de la Terminal Nueva), punto 2 (Puente de la Rotonda) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) de la Demanda Bioquímica de Oxígeno pertenecen a la Clase B, ya que están dentro de los valores máximos admisibles del RMCH, debido al contenido de materia orgánica biodegradable que hay.

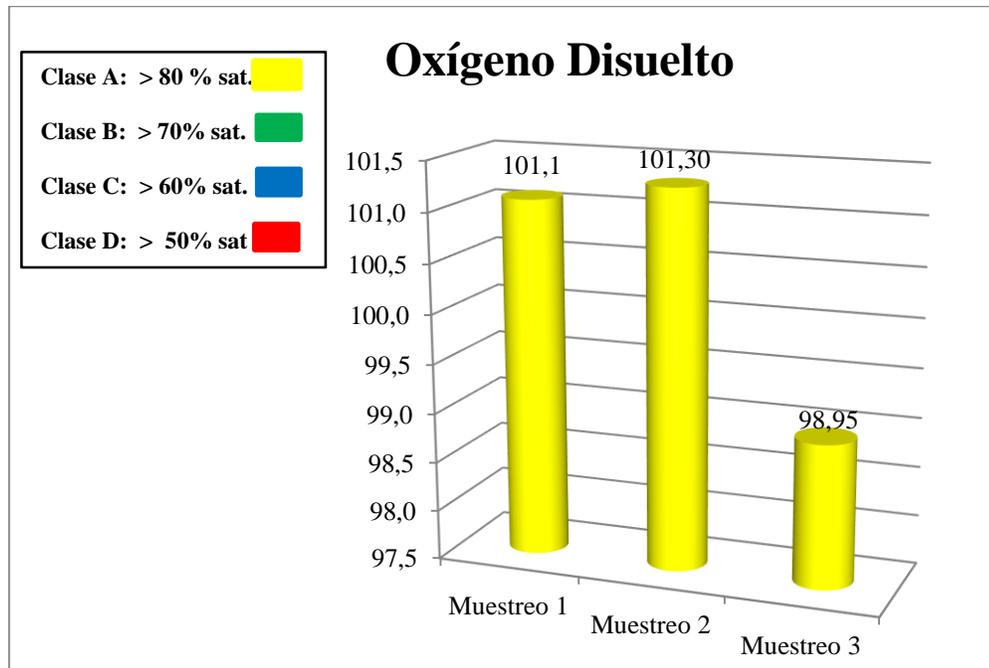
GRÁFICA 10**SULFATOS**

Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- En el punto 1 (Frente de la Terminal Nueva), punto 2 (Puente de la Rotonda) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) de Sulfatos de la Gráfica 10, pertenecen a la Clase A del Reglamento de Materia de Contaminación Hídrica, según los valores máximos admisibles.

GRÁFICA 11
OXÍGENO DISUELTO

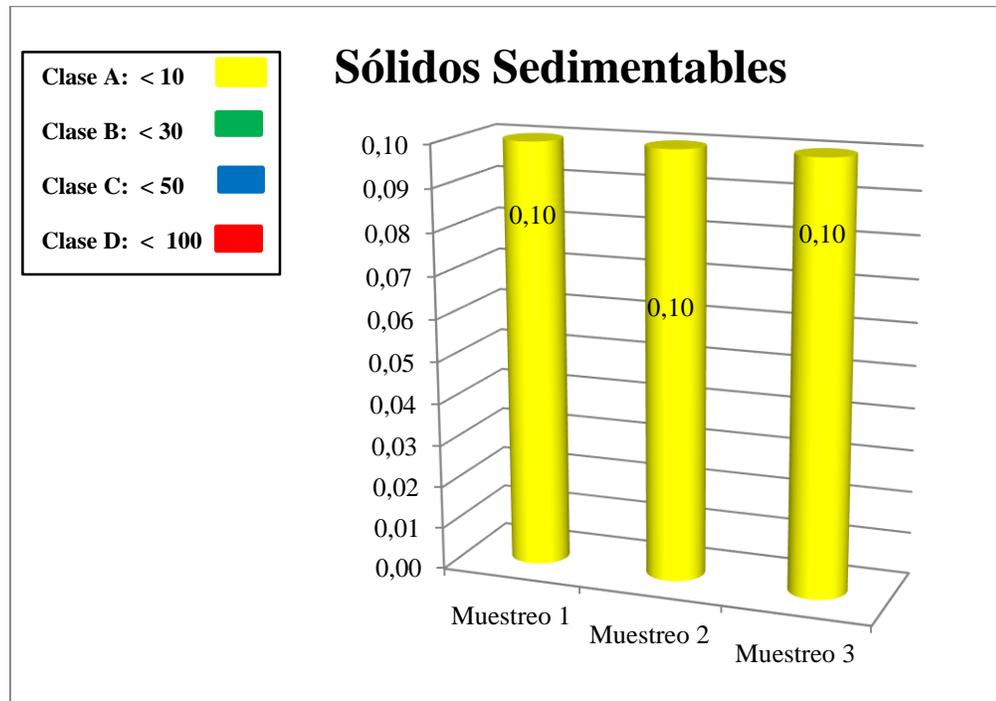


Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- En el punto 1 (Frente de la Terminal Nueva), punto 2 (Puente de la Rotonda) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) de Oxígeno Disuelto como muestra la Gráfica 11, pertenece a la Clase A, ya que se encuentra dentro de los valores máximos admisibles del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

GRÁFICA 12
SÓLIDOS SEDIMENTABLES

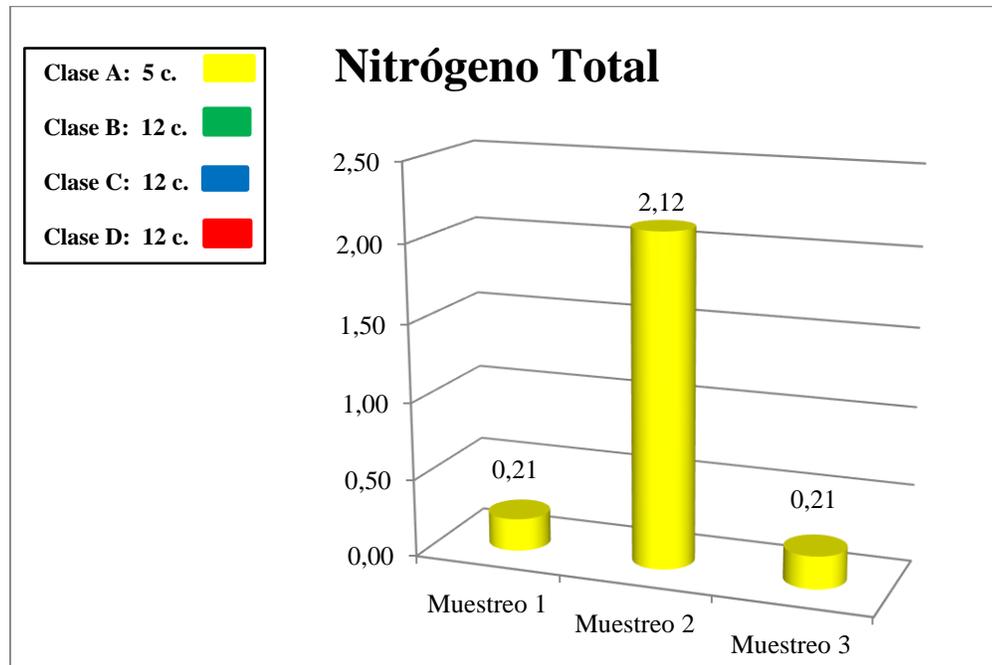


Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- Como muestra la Gráfica 12, tanto el punto 1 (Frente de la Terminal Nueva), punto 2 (Puente de la Rotonda) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) de Sólidos Sedimentables pertenecen a la Clase A, ya que en los tres puntos está dentro de los valores máximos admisibles del Reglamento de Materia de Contaminación Hídrica.

GRÁFICA 13
NITRÓGENO TOTAL



Fuente: COSAALT

Elaboración: Propia

- En el punto 1 (Frente de la Terminal Nueva) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) de Nitrógeno Total es $< 0,21$ por lo que pertenecen a la Clase A, porque están dentro de los límites máximos permisibles del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.
- En el punto 2 (Puente de la Rotonda) de Nitrógeno Total es $< 2,12$ por que también pertenece a la Clase A, pero con un valor mayor a los otros dos puntos.

3.2. ESTABLECER LOS POSIBLES USOS DEL AGUA DEL RÍO PAJONAL.

Para establecer los usos del cuerpo de agua del Río Pajonal, se clasifico en tres puntos de muestreo, solo el punto 1(Frente de la Terminal Nueva) pertenecen a la Clase D por exceso en Coliformes Fecales recomendándose su uso para Abastecimiento domestico, para abastecimiento industrial y para la Navegación y en los puntos 2 (Puente de la Rotonda) y 3 (Urbanización San Lorenzo) no pertenecen a ninguna de las cuatro clases, por lo en estos puntos no se puede usar el agua para abastecimiento doméstico.

CUADRO 19
CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU APTITUD DE USO

Orden	Usos	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
1	Para abastecimiento doméstico de agua potable después de:				
	a) Sólo una desinfección y ningún tratamiento.	SI	NO	NO	NO
	b) Tratamiento solamente físico y desinfección.	NO Necesario	SI	NO	NO
	c) Tratamiento físico – químico, completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección.	NO Necesario	NO Necesario	SI Necesario	NO
	d) Almacenamiento prolongado o pre sedimentación, seguidos de tratamiento, al igual que c).	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 cáscaras 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 natural y/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(**)	NO(**)	SI	SI

Fuente: RMCH, 1995.

(Si) Es aplicable, puede tener todos 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.

Como podemos observar en el Cuadro 19 la Aptitud de Uso para los tres puntos de muestreo según los valores máximos admisibles del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica son los siguientes:

El Punto 1 (Frente de la Terminal Nueva) pertenece a la Clase D, tomando en cuenta las Coliformes Fecales es muy elevado, lo cual permite los siguientes usos que establece el RMCH.

- Para abastecimiento domestico de agua potable debe tener un almacenamiento prolongado o pre sedimentación, seguidos de tratamiento físico, químico completo de coagulación, floculación, filtración y desinfección.
- Para abastecimiento industrial.
- Para la navegación.

El Punto 2 (Puente de la Rotonda) y el punto 3 (Urbanización San Lorenzo) no están dentro de los valores máximos admisibles del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, por cual no se lo podría dar uso para abastecimiento doméstico, ya que puede provocar enfermedades respiratorias, nauseas, vómitos, fiebre, dolor abdominal, diarrea, enfermedades respiratorias, alteraciones a nivel del colon y a nivel intestinal.

3.3. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos de laboratorio de los 10 parámetros:

- pH
- Turbiedad
- Coliformes Fecales
- Color
- Sólidos Totales Disueltos
- DBO₅
- Sulfatos
- Oxígeno Disuelto
- Sólidos Sedimentables
- Nitrógeno Total

De acuerdo al Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano (NB 512), de los parámetros de Control Mínimo se comprobó que esta agua no cumple con los Valores Máximos Aceptables, por lo que esta agua no es de buena calidad y no puede ser consumida sin previo tratamiento alguno.

Se puede comprobar que en el punto 1, todos los parámetros analizados no exceden los valores máximos admisibles del RMCH, debido al alto contenido de Coliformes Fecales en este punto de muestreo se clasifica en la Clase D, por lo cual la calidad del agua es mínima para el consumo humano.

Mientras que en el punto 2 y 3 no está dentro de ninguna de las cuatro Clases A, B, C, D, por lo cual no puede ser usada para abastecimiento humano, ya que los Coliformes Fecales por medio de la *Escherichia Coli* produce enfermedades como ser: dolor abdominal, diarrea, náuseas, vómitos y fiebre. La *klebsiella* produce enfermedades respiratorias y la *Citrobacter* produce alteraciones a nivel del colon y a nivel intestinal.

Esmenia Ríos el año 2014, indica que el río Santa Ana en los parámetros Oxígeno disuelto tiene 6,62 mg/l de valor promedio y de Coliformes Fecales tiene 8100 NMP/100ml de valor promedio, se puede ver que tiene menor proporción en comparación a los datos obtenidos del río Pajonal, en el cual se obtuvo de Oxígeno disuelto el valor promedio de 100,45 mg/l y de Coliformes Fecales 95333,33 NMP/100ml en valor promedio por lo que se puede ver claramente que el río Pajonal tiene un mayor grado de contaminación en estos dos parámetros, esto nos indica que la calidad del agua del Río Santa Ana es superior a la del río Pajonal, el agua del río Pajonal podrá ser consumida en casos extremos de necesidad pública, ya que tiene una calidad mínima, para lo cual requiere una pre sedimentación, seguida de un tratamiento fisicoquímico completo de coagulación, floculación, filtración y desinfección bacteriológica, el río tiene esta clasificación debido al exceso que tiene de Coliformes Fecales, por las ARU de la Rotonda, descargas del Mercado Nuevo y descargas de la Urbanización San Lorenzo.

De acuerdo al informe elaborado por la empresa Asociación Accidental Ibaza y Asociados, elaborado el año 2016, se pudo constatar que la construcción del puente sí influye en la contaminación del río Pajonal, por la generación de polvo, generación de gases de combustión se da en factor ambiental del aire. En el factor agua por derrame de aceites y grasas, sólidos suspendidos. En el suelo por la compactación del suelo, por residuos sólidos.

De acuerdo de los resultados obtenidos de laboratorio de los parámetros básicos podemos indicar que hay una incidencia negativa para la fauna piscícola ya que no cumplen con ninguna de las Clases A, B, C y D del RMCH, por el exceso de Coliformes fecales que contiene esta agua.

Según los resultados obtenidos de laboratorio podemos indicar que también tiene una incidencia negativa en la ganadería ya que al ser consumida provoca daños, pero cuando empiezan la época de lluvia el agua se depura y puede servir para el consumo del ganado y la crianza de la fauna acuática.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1.- En conclusión podemos decir que los parámetros analizados en laboratorio se los selecciono de acuerdo al Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano NB 512 (parámetros de control mínimo) y también de los parámetros básicos del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

2.- Dando respuesta al primer objetivo de la determinación de la calidad del agua se concluye de que esta agua no es de buena calidad, por los resultados de Turbiedad y Coliformes Fecales ya que no cumplen con los valores máximos aceptables de la NB 512, debido al elevado contenido de excrementos de animales y a las ARU de la rotonda y la urbanización San Lorenzo.

3.- De acuerdo a la clasificación del agua según su aptitud de uso del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica para el río Pajonal solo en el punto de muestreo 1 (Frente de la Terminal Nueva) se encuentra en la Clase D, los parámetros de Turbiedad, Sólidos Totales Disueltos, Sulfatos, Oxígeno Disuelto, Sólidos Sedimentables y Nitrógeno Total se encuentran dentro de la Clase A, el pH, Color y DBO₅ están dentro de la Clase B y los Coliformes Fecales esta dentro de la clase D, debido a la presencia de compuestos orgánicos, excremento de animales, por lo cual es necesario realizar un almacenamiento prolongado de pre sedimentación seguido de un tratamiento físico – químico completo de coagulación, floculación, filtración y desinfección bacteriológica de estas aguas por lo que se le considera con agua de calidad mínima, para que esta manera lleguen a considerarse aguas de utilidad general (Clase B).

4.- En el punto de muestro 2 (Puente de la Rotonda) y el punto de muestreo 3 (Urbanización San Lorenzo), los parámetros de Sólidos Totales Disueltos, Sulfatos, Oxígeno Disuelto, Sólidos Sedimentables y Nitrógeno Total se clasifican dentro de la Clase A, el pH, Turbiedad y DBO₅ dentro de la Clase B, mientras que el Color en la

Clase C y Coliformes Fecales en ninguna Clase, este incremento tanto de Color como de Coliformes Fecales se debe a los vertidos de aguas servidas que llegan al cauce, tanto de ARU de rotonda, Mercado Nuevo y de la Urbanización San Lorenzo.

5.- La aptitud de uso del río Pajonal según el RMCH se puede usar en el punto de muestreo 1 (Frente de la Terminal Nueva) para abastecimiento domestico de agua potable después de un almacenamiento prolongado de pre sedimentación, seguida de un tratamiento físico, químico completo de coagulación, floculación, filtración y desinfección bacteriológica para recién ser consumida por los pobladores, para el parámetro de Coliformes Fecales y en el punto de muestreo 2 (Puente Vehicular de la Rotonda) y el punto de muestreo 3 (Urbanización San Lorenzo) no se puede usarse de acuerdo al alto contenido que tiene de Coliformes Fecales.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se debe conservar y proteger el Río Pajonal, haciendo cumplir los valores máximos admisibles estipulados en el Reglamento de Materia en Contaminación Hídrica, para de esta manera poder demostrar si es que está siendo contaminado o no el cauce del río.
- Según el RMCH en el Capítulo III De Los Gobiernos Municipales deben realizar acciones de prevención y control de la contaminación hídrica, identificando las fuentes de contaminación como ser descargas de aguas residuales a los cuerpos de agua, lo cual deben proponer al Prefecto hoy Gobernación la Clasificación de los cuerpos de agua en función a su aptitud de uso.
- Lograr que se construya una planta de tratamiento de aguas residuales, que tenga todos los procesos de purificación del agua, para de esta manera poderla dar un uso de abastecimiento doméstico y para disminuir las descargas de las ARU al cauce del Río.
- Realizar un monitoreo por menos cada tres años de la calidad del agua mediante propiedades físicas, químicas y biológicas.
- Determinar las posibles causas de contaminación de los diferentes efluentes que son descargados al río.