



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA
PERUANA**
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
Av. Freyre N° 616, Tel: 24 3665, Fax. (94)
234101 *iifiqunap@yahoo.es*



Tesis

**Estudio Físico-Químico y Bacteriológico, de la
Quebrada Zaragoza, Ciudad de Nauta - Loreto.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO.**

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:

Bernabé Escudero Contreras.

Sammy Bob Jonathan Pereyra Olarte.

ASESOR:

Dr. César A. Sáenz Sánchez.

Iquitos-Perú

2016.

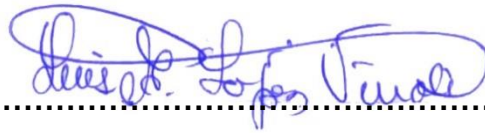
Firmas de Jurados y el Asesor.



Ing. Sumner Shapiama Ordoñez, Mgr.

CIP: 32944

Presidente.



Ing. Luis Alberto López Vinatea.

CIP: 32612

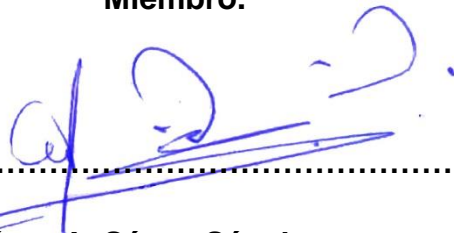
Miembro.



Ing. Robinson Saldaña Ramírez.

CIP: 56100

Miembro.



Ing. César A. Sáenz Sánchez.

CIP: 32630.

Asesor.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por guiarnos a lo largo de las etapas de nuestras vidas y a nuestros padres, por darnos la formación profesional y a nuestros amigos por el apoyo incondicional.

A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, en especial a la Facultad de Ingeniería Química, como también, a nuestros profesores, que, con perseverancia, dedicación y consejos, nos formaron como buenos profesionales.

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis, está dedicado con todo cariño a mi madre Amparo Olarte Salas, que, desde la distancia, me apoyó en todo momento, y supo darme mucho amor y paciencia, así mismo, me dio mucha fuerza y energía sobre mi carrera profesional.

A mi hermano Benjy Josuat Pereyra Olarte, por estar siempre a mi lado, cada día y momento de mi vida, lo que soy ahora debo a Dios y a mi madre.

S.B.J.P.O

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicado a mi Dios, quien supo guiarme por el buen camino, así como a mi familia a mis padres por sus apoyo, concejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles.

Me han dado todo lo que soy como persona, valores, principio, carácter, empeño, perseverancia, para conseguir mis objetivos.

B.E.C

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.	14
INTRODUCCIÓN.	16
CAP. I: GENERALIDADES.	21
1.1. Orígenes de la Quebrada Zaragoza.	21
1.2. Normas Legales.	22
1.2.1. Normas Nacionales.	22
1.2.2. Normas Internacionales.	23
CAP. II: ASPECTO HIDROLÓGICO E HIDROGRÁFICO DE LA QDA. ZARAGOZA.	24
2.1. Hidrología de la Qda. Zaragoza.	24
2.1.1. Tipo de agua.	24
2.2. Hidrografía de la Qda. Zaragoza.	24
2.3. Posición geográfica.	25
2.4. Monitoreo.	25
2.4.1. Protocolo de monitoreo en el campo.	26
2.4.2. Protocolo de análisis en el laboratorio.	26
2.5. Parámetros a ser analizados (Físicos, Químicos, gaseosos y Bacteriológicos).	27
2.5.1. Parámetros In Situ.	27
2.5.2. Parámetros en el Laboratorio.	28
2.6. Determinaciones Conceptuales (pH, Temperatura, OD, Transparencia, CE, TDS, CO₂, Cl⁻, Alcalinidad, Dureza Total Ca y Mg, A/G, Ba, Cd, Pb, Coliformes Totales y Coliformes Fecales, Nitratos, Nitritos).	28
CAP. III: METODOLOGÍA DE TRABAJO.	45
3.1. Método a utilizarse.	45
3.1.1. Etapa de Pre-Campo.	45
3.1.2. Etapa de Campo.	45

3.1.3.	Etapa de Post-campo.	46
3.2.	Procedimientos metodológicos y formas de trabajo (CO₂, Cl⁻, Alcalinidad, Dureza Total, Ca y Mg, A/G, Nitratos, Nitritos, Ba, Cd, Pb, OD, Coliformes Totales y Coliformes Fecales).	47
3.3.	Estaciones o puntos de muestreo.	52
	CAP. IV: MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.	54
4.1.	Materiales utilizados en el proyecto.	54
4.1.1.	De Vidrio.	54
4.1.2.	De Metal.	54
4.1.3.	De Plástico.	54
4.1.4.	Otros.	54
4.2.	Equipos de laboratorio.	54
4.3.	Reactivos químicos.	56
	RESULTADOS.	58
	DISCUSIONES.	62
	CONCLUSIONES.	69
	RECOMENDACIONES.	71
	BIBLIOGRAFÍA.	72
	ANEXOS.	76

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 01: GPS de la Qda. Zaragoza- Vaciante.	25
Cuadro 02: GPS de la Qda. Zaragoza- Creciente.	25
Cuadro 03: Valores del pH.	28
Cuadro 04: Escalas de temperatura.	30
Cuadro 05: Estaciones de monitoreo en Vaciante y Creciente.	53
Cuadro 06: Análisis de las aguas de la Qda. Zaragoza-VACIANTE.	58
Cuadro 07: Análisis de las aguas de la Qda. Zaragoza-CRECIENTE.	59
Cuadro 08: Promedio de Análisis de las aguas de la Qda. Zaragoza- VACIANTE/CRECIENTE.	60
Cuadro 09: Sonido y GPS de la Qda. Zaragoza-VACIANTE.	61
Cuadro 10: Sonido y GPS de la Qda. Zaragoza-CRECIENTE.	61
Cuadro 11: Aire Qda. Zaragoza- VACIANTE Y CRECIENTE.	61
Cuadro 12: Estudio Físico-Químico y Bacteriológico, de la Quebrada Zaragoza, Ciudad de Nauta –Loreto (Matriz de Consistencia).	77

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto 01: Laguna "SAPI SAPI"-Ciudad de Nauta.	14
Foto.02: Río Marañón, vista desde la Ciudad de Nauta.	15
Foto 03: Qda Zaragoza-Carretera Iquitos/Nauta.	19
Foto 04: Qda Zaragoza.	21
Foto 05: Análisis de laboratorio.	52
Foto 06: Disco Secchi.	54
Foto 07: pH-meter.	54
Foto 08: Impresora.	55
Foto 09: Sonómetro.	55
Foto 10: Botellas de Borosilicato.	55
Foto 11: Vasos de precipitado.	55
Foto 12: Buretas.	56
Foto 13: Embudo de decantación.	56
Foto 14: Anaranjado de metilo.	56
Foto 15: Alcohol de 96°.	56
Foto 16: Dicromato de potasio.	57
Foto 17: Nitrato de plata.	57
Foto 18: Tesistas en el laboratorio.	79
Foto 19: Analizando Nitratos y Nitritos.	79
Foto 20: Vista de la Qda. Zaragoza.	79
Foto 21: Vista de la Qda. Zaragoza.	79
Foto 22: Midiendo Caudal.	80
Foto 23: Midiendo Caudal.	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Valores promedios en vaciante y creciente (Gráfico de líneas).	81
Tabla 02: Valores promedios en vaciante y creciente (Gráfico de barras).	81

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A.M.A	: Adscrito al Ministerio del Ambiente.
Tahuampa	: Cuerpo de agua, producida por inundaciones.
LMP	: Límite Máximo Permisible.
OD	: Oxígeno Disuelto.
CO₂	: Dióxido de Carbono.
UFC/100mL	: Unidades Formadoras de Colonias en 100 mL.
µS/cm	: Micro Siemens por Centímetro.
EPA	: Environmental Protection Agency- Agencia de Protección ambiental.
ANA	: Autoridad Nacional del Agua.
MINAM	: Ministerio del Ambiente.
DQO	: Demanda Química de Oxígeno.
OMS	: Organización Mundial de la Salud.
Db	: Decibeles.
UTM	: Unidades Técnicas de Posicionamiento.
TDS	: Sólidos Totales Disueltos.
ppm	: Partes Por Millón.
mg/L	: Miligramos por Litro.
D.S	: Decreto Supremo.
ISO 17025	: Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Prueba y Calibración.
ECA	: Estándares de Calidad Ambiental.
pH	: Potencial de Hidrogeno.
UNAP	: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
FIQ	: Facultad de Ingeniería Química.
PCM	: Presidencia del Consejo de Ministros.
A/G	: Aceites y Grasas.
MINAM	: Ministerio del Ambiente.
H₂S	: Ácido Sulfhídrico.
(ZnS)	: Sulfuro de Zinc.
Pb(OH)	: Hidróxido de Plomo.

APA : (American Psychological Association)-Asociación Americana de Psicología.

RESUMEN

El Perú, cuenta con regiones naturales, cada una de ellas, diferenciadas y con diversidad biológica, propias. La Región Amazónica, formada por una red hidrográfica, constituida por diversos ríos, quebradas, lagos, lagunas, tahuampas, aguajales y humedales naturales. En selva baja, los ríos de la Amazonía Peruana, muchas de ellas meándricas y sinuosas, forman lagos, lagunas, cochas y tipishcas, que requieren ser conservadas, para mantener el equilibrio en el ecosistema.

La provincia de Loreto, con su capital, Nauta, está situada a orillas del caudaloso río Marañón y cuenta, además, con una hermosa y pequeña laguna “SAPI SAPI”, en el casco urbano, formada artificialmente.

Foto 01: Laguna “SAPI SAPI”-Ciudad de Nauta.



Fuente: Elaboración propia-2016.

Las aguas de la Quebrada Zaragoza, se vierten al río Marañón y en particular a la Quebrada Zaragoza, desperdicios orgánicos (Incluyendo descargas fecales de humanos, animales mamíferos y aves) y sólidos inorgánicos, sin ningún tratamiento químico ni biológico, haciendo a este cuerpo de agua, no apta, para el consumo humano.

Foto 02: Río Marañón, vista desde la Ciudad de Nauta.



Fuente: Elaboración propia-2016.

Razón, que, obliga a estudiar a la Quebrada Zaragoza y contar con una herramienta de protección ambiental, para que, junto a los organismos e instituciones locales, se tomen decisiones de políticas, en el desarrollo de los proyectos de inversión, para preservarlo en el tiempo a estas aguas.

Se han analizado parámetros y encontrados sus promedios, como: pH=8,71 (Este valor es relativamente alcalino, siendo que por naturaleza tendría valores por debajo de 5,00); OD=8,05 mg/L (De acuerdo a los resultados obtenidos, la existencia de las especies acuáticas, flora y fauna, están garantizadas); CO₂=10,32 mg/L (La Quebrada Zaragoza, de acuerdo al pH encontrado demuestra que se refiere a un cuerpo de agua ligeramente alcalina); Alcalinidad=19,17 mg/L; Dza. Total=9,32 mg/L; Dza. de Ca=5,57 mg/L y Dza. de Mg=3,75 mg/L (Se trata de un cuerpo de agua, de características blandas); Cl=6,81 mg/L; C.E=23,34 μS/cm (Contiene pocos iones en suspensión, aproximándose a los valores de la Alcalinidad); Coliformes Totales=7,00 UFC/100 mL y Termotolerantes=2,00 UFC/100 mL (No son aptas para el consumo humano); A/G=1,00 mg/L (La Quebrada Zaragoza, acepta vida orgánica de las especies acuáticas que allí habitan).

Por estas mismas razones y por su carácter turístico y paisajístico, las aguas de la Quebrada Zaragoza, deben ser estudiadas y analizadas, para prevenir de cualquier cuadro patológico, a la salud de las personas, que concurren a ella; **justificándose** desde luego, la ejecución del proyecto.

INTRODUCCION.

Nuestro planeta, está sorprendido, por los fenómenos ambientales alarmantes y con graves consecuencias y que siguen ocurriendo, debido al comportamiento climático, con grandes inundaciones y sequías, que luego, derivan a la desaparición de la diversidad biológica y agotamiento del ecosistema.

Hoy en día, la Región Amazónica, en particular, la Amazonía Peruana, viene siendo castigada por cambios climáticos y consecuentemente el recalentamiento global, que afecta en todos los medios: Físico (Suelo, agua, aire); Biológico (Flora y fauna); Socio-económico y Cultural (Sociedades que habitan en ella). Este fenómeno mundial, golpea duramente a la parte hídrica, con graves consecuencias de contaminación, muchas veces irreversibles, de cuerpos de aguas y espejos naturales.

Las quebradas, no son más, que cuerpos de agua, que discurren por el follaje, de poca anchura y profundidad. Por su formación y características, son meándricas y pocas veces bifurcables; representan, los brazos nacientes de los ríos, lagos o lagunas. En la Amazonía, sus aguas, tienden a ser negras y transparentes, con mucha materia orgánica en suspensión y pocos nutrientes. Cuando están cerca a poblaciones y ciudades grandes, se convierten, generalmente, en atractivos turísticos, para bañistas y lugares de esparcimientos social o familiar.

La poca información sobre estudios realizados y el uso que podrían tener estos cuerpos de aguas de quebradas, en la Amazonía, el país y el mundo, hacen, que sean desconocidas científicamente y por tanto, en las áreas y rubros, que podrían ser aprovechables (Turismo, caza, pesca, agricultura y consumo humano). Estos cuerpos de agua, tienen problemas de carácter ambiental, en lo que respecta a su contenido (Aguas servidas y/o municipales y desechos sólidos orgánicos e inorgánicos), especialmente, las circundantes a las grandes ciudades.

En la Región Loreto, la mayoría de estas quebradas, no fueron estudiadas, ni para fines turísticos, ni de caza, pesca y reproducción. A excepción, de estudios hechos por la **FIQ-UNAP-2002**, para el Municipio de San Juan

Bautista, de las Quebradas: Corrientillos, Gorila y Tocón. Así como de la Quebrada Yarina-Pueblo (Comunidad Nativa Shetebo), Río Ucayali-Contamana, para establecer el grado de contaminación de los cuerpos de agua, en sus diferentes parámetros. El proyecto, **ZEE-BELLAVISTA-MAZÁN-2008**, reporta estudios hechos a la Quebrada “Ramírez” (Río Amazonas), Quebrada “Visto Bueno” (Río Mazán), Quebrada “Momoncillo” (Río Momón). Se tiene también, estudios realizados a quebradas, por el **PROYECTO ZEE-MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES PROPUESTA DE MESOZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PASTAZA Y MORONA-2006**, entre los que se cuentan: Quebrada Ramirito y Quebrada Loboyacu (Río Paztaza).

En la Región Ancash, se realizó un proyecto, cuyos objetivos fueron: determinar las fuentes de contaminación, los niveles de toxicidad, la contaminación fecal de las aguas superficiales en la micro Cuenca de la Quebrada Honda y evaluar el sistema de monitoreo comunitario (SMC); desarrollado por los miembros de la Comunidad Campesina de Vicos. En la Quebrada Minayaku, la mayoría de parámetros analizados, están por encima de los Límites Máximos Permisibles (LMP), para todas sus Clases, estando el Níquel (Ni) en 219 veces más sobre el (LMP), para la Clase II. El Plomo, sobrepasa los estándares de calidad de agua en los pequeños efluentes de minas. El Arsénico, Cadmio y Aluminio, tienen valores contaminantes a altitudes mayores de 4000 msnm, debido a la acción corrosiva del agua, a pH entre 6,6 y 3,4 (Minayaku y Yanayaku). Alto nivel de toxicidad se tuvo en Minayaku y Yanayaku (**CÁCERES-2001**), **DIGESA-2005, 2006 y 2007**, establece, que los valores paramétricos de la cuenca y Quebradas del río Chillón: temperatura y pH, están dentro los LMP, el OD, registra una concentración que varía entre 3,39 y 4,08 mg/L. Estos valores tienen niveles de concentraciones bajo el mínimo necesario para que exista vida de organismos acuáticos. Con una capacidad de alta mineralización media, debido a la presencia de 546,00 uS/cm de CE, siendo estas de calidad media para ser utilizadas en riego. Las aguas de las tres cuencas (Con sus respectivas Quebradas), de los ríos Locumba, Sama y Caplina, de la región Tacna,

presentan diferentes niveles de contaminación natural, especialmente con Arsénico, Hierro y Boro. El presente estudio, se refiere a la parte media de la cuenca del río Locumba, en la zona de captación del Callazas. Las aguas de la zona alta de la cuenca, no evidencian contaminación natural, es decir, son de buena calidad. Los focos contaminantes, se ubican más abajo, incorporando Arsénico y Boro. Es evidente, que cualquier emanación de aguas en las partes bajas, como manantiales (Ojo de agua), se deben a las filtraciones desde las partes altas y los análisis confirman el nivel de contaminación en Arsénico (0,5 ppm) y Boro (3 ppm), en promedio^(a).

Estudios realizados por **PATÍÑO-2011**, de la Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”, de la ciudad de Bogotá, relacionado al Estudio Físico-Químico de la Quebrada Padre de Jesús, buscando definir sus características particulares como consecuencia de la intervención y ocupación antrópica, con resultados mayormente negativos, como la tala indiscriminada del bosque, la plantación de árboles exóticos y la contaminación del cuerpo de agua, por el vertimiento directo de las aguas residuales domésticas, al igual que, aquellos producto de los cuidados de animales domésticos. La depuración de este tipo de impactos, involucra procesos y operaciones muy diferentes a los convencionales, aplicados, para intervenir los efluentes de origen doméstico; para este caso, en particular, se realizó la caracterización abiótica sobre el clima, el suelo y el agua. Las muestras tomadas, se analizaron en el Laboratorio de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, arrojando valores propios de pH, Oxígeno Disuelto, DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos Totales, Grasas y Aceites, Sólidos Totales, Zinc y Cobre. El resultado es aceptable, para la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

En la Universidad del Quindío, Colombia, **GARCÍA-ALZATE-2002**, realizó un proyecto denominado Análisis Físico-Químico y Biológico Comparado en Dos Quebradas de Alta Montaña Neotropical; donde se analizaron características físicas, químicas y biológicas (Fitoplancton, zooplancton, macro-invertebrados y peces), de las Quebradas Doña Juana y Villa Paola, afluentes de tipo secundario del río Quindío, Alto Cauca. Se encontró que el Oxígeno era alto. La Quebrada Doña Juana mostró un Coeficiente de Variación bajo en pH,

Conductividad y Durezas (Cálcicas, magnésicas y totales); la acidez fue alta en lluvias, mientras los sólidos altos en sequía. La Quebrada Villa Paola, mostró valores altos de sólidos, durezas (Cálcicas, magnésicas y totales) y Demanda Química de Oxígeno (DQO). El déficit de Oxígeno cambió fuerte y negativamente en la Quebrada Villa Paola (Coeficiente de Variación-CV, dos veces más altos al comparar con la Quebrada Doña Juana).

RIOS-2004, realizó un trabajo de análisis de las aguas de la Quebrada Cuchicute, en Colombia, sobre Caracterización Físico-Químico y Microbiológico. Donde, los resultados de las características, mostraron, que todas las muestras, cumplen con los límites exigidos, excepto, algunas muestras tomadas (Pocas), se encuentran fuera de los límites admisibles; donde, para su potabilización, se requiere de tratamiento convencional^(b).

Cerca de la Ciudad de Iquitos (95 km, por la Carretera Iquitos/Nauta), se halla la Quebrada Zaragoza, de aguas negras y transparentes, como todos los cuerpos de agua de origen amazónico, debido a la acción tánica, de la descomposición de los compuestos orgánicos, de especies arbóreas y filtraciones, provenientes de aguajales, tahuampales y humedales naturales.

La Quebrada Zaragoza, es sitio turístico, de la Ciudad de Nauta, donde acuden, además, turistas de la Ciudad de Iquitos, de la región, nacionales y extranjeros. Por lo que, se hace necesario, el cuidado de estas aguas, en lo que respecta al estado físico, químico y bacteriológico; a fin de, establecer controles de salud de las gentes, frente a posibles daños, que pudiera ocasionar el contacto con estas aguas. Así como, salvaguardar la biodiversidad existente, sobre todo, a las especies acuáticas, que han hecho su hábitat, de ella.

Foto 03: Quebrada Zaragoza-Carretera Iquitos/Nauta.



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Usuario:SyrusBlack/Mirador_Grau ^(c).

Los beneficios sociales y económicos del proyecto, están dadas en las características, turísticas y paisajísticas de la Quebrada Zaragoza y teniendo en cuenta las recomendaciones y especificaciones, propuestas por el proyecto, para el cuidado de las aguas y de la salud de los turista, el beneficio social, sería de lo más interesante; que de hecho, justificaría la instalación negocios, orientadas a diferentes actividades, que beneficiarían económicamente, a los moradores de la Ciudad de Nauta, en particular.

El trabajo, se orienta, al propósito de establecer, cuantificar y cualificar los parámetros a estudiar, de la Quebrada Zaragoza, en los aspectos físicos, químicos y bacteriológicos. Teniendo en cuenta, que este lugar turístico, queda muy cerca, a la Ciudad de Nauta; resultando de mucha prioridad, preservarla en el tiempo.

Al finalizar el trabajo de investigación, tendremos a la mano, datos importantes del grado de contaminación de las aguas de la Quebrada Zaragoza y comparar resultados de los parámetros analizados, con los LMP, de normas legales peruanas (**LEY GENERAL DEL AMBIENTE: LEY N° 28611; D.S. N° 015-2015-MINAM: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES, EN AGUAS TERRITORIALES**), **R.M. N° 141-2011-MINAM** (Ratificación de lineamiento para la aplicación de LMP), **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)**, 1995 y de otros organismos internacionales (**EPA, APHA** y Leyes ambientales de otros países).

CAP.I: GENERALIDADES.

1.1. Orígenes de la Quebrada Zaragoza.

El Perú, está considerado como uno de los destinos turísticos más interesantes en el mundo, por su pluriculturalidad, por su historia y riqueza arqueológica, por su diversidad biológica, evidenciada en las tres grandes unidades paisajísticas: costa, sierra y selva amazónica peruana. Cada una de ellas, con sus propias variedades de ecosistemas y especies nativas. Uno de los lugares más interesantes, es la Amazonía Peruana, donde todavía, se puede disfrutar de la inmensidad de bosques no intervenidos, ríos y lagos sin contaminación, fauna y flora.

Para llegar a la Quebrada Zaragoza, se utilizan ómnibus, taxis o motocarros; desde la Ciudad de Iquitos o Nauta; pues, la Quebrada Zaragoza, se halla ubicada, en la margen derecha de la Carretera Iquitos-Nauta, Km 95.

La Qda. Zaragoza, es un subsidiario (Margen izquierda), del río Marañón, el mismo y muy cerca de la Ciudad de Nauta, se junta con el río Ucayali, para formar el majestuoso río Amazonas. En época de creciente, es navegable en embarcaciones pequeñas, como canoas y balsas; el Caudal promedio anual es de 1,00 m³/s, ancho de 10 a 12 m aproximadamente y profundidad entre 2,5 y 3 m en creciente. Sus aguas, son negras y provienen de filtraciones, tahuampales, humedales y aguajales, ubicadas en su nacimiento y cabecera. Se tipifican como aguas Lóticas, por el movimiento dinámico y constante, durante todo el año.

Foto 04: Qda. Zaragoza.



Fuente: Elaboración propia-2016.

1.2. Normas Legales.

Permiten viabilizar instrumentos de gestión ambiental, que constituyen medios operativos que son diseñados, normados y aplicados con carácter funcional o complementario, para efectivizar el cumplimiento de la Política Nacional Ambiental y las Normas Ambientales, que rigen en el país. En el proyecto de investigación, a desarrollar, nos serviremos de estos conceptos, teniendo en cuenta la restricción de sus normas.

1.2.1. Nacionales.

La Constitución, clasifica los recursos naturales como renovables y no renovables y los considera patrimonio de la nación (Art. 66). El Artículo 67 señala, que el Estado Peruano determina la política nacional ambiental y promueve el uso sostenible, de sus recursos naturales.

Ley N° 28245: Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

Ley N° 28611: Ley General del Ambiente.

D.S. N° 002-2008-MINAM: Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua.

D.S. N° 037-2008-PCM: Límites Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos.

Ley N° 26839: Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica.

D.S. N° 002-2008-MINAM: Aprueban los estándares de calidad ambiental para el agua

(http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/ds_002_2008_eca_agua.pdf).

R.M. N° 121-2009-MINAM: (Aprueban Plan de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximo Permisibles para el Año Fiscal 2009).

R.M. N° 141-2011-MINAM: (Ratificación de lineamiento para la aplicación de LMP).

D.S. N° 023-2009-MINAM: APRUEBAN DISPOSICIONES PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Organismo Público, Técnico Especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente. El OEFA, es el ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental-SINEFA (Ley N° 29325)

(http://www.oefa.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=69).

R.M. N° 052-2012-MINAM: Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Ley N° 27446: Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (23 de Abril de 2001).

Ley N° 28611: Ley General del Ambiente (Parte pertinente). Publicada el 15 de octubre de 2005.

1.2.2. Internacionales.

Organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención en salud a nivel mundial. Inicialmente fue organizada por el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, que impulsó la redacción de los primeros estatutos de la OMS. Los Límites Máximos Permisibles (LMP), son considerados “la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedido puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente” **(Cuadro 13: – ANEXO).**

El abastecimiento de agua, para uso y consumo humano, con calidad adecuada, es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor **(Cuadro 13: ANEXO).**

CAP. II: ASPECTO HIDROLÓGICO E HIDROGRÁFICO DE LA QDA. ZARAGOZA.

2.1. Hidrología de la Qda. Zaragoza.

Se define, como la unidad del territorio, normalmente delimitada por un parteaguas (Divisoria de las aguas), en donde concurre el agua en distintas formas y ésta, se almacena o fluye hasta un punto de salida, que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces, que convergen en uno principal. **BALVANERA P. Y COTLER H. (2007), Acercamientos al estudio de servicios eco sistémicos. Gaceta Ecológica 84-85: 8-16pp.**

La Qda. Zaragoza, transporta importante carga sedimentaria, derivada de las descargas fluviales y esorrentía superficial, con aguas lénticas dinamismo durante todo el año. La transparencia que presenta, es mayor que en aguas de origen andino.

2.1.1. Tipo de agua.

La Qda. Zaragoza, tiene aguas negras, por descomposición tánica de las especies vegetales, filtraciones y humedales naturales. En temporada de precipitaciones altas (Enero a Mayo), la navegabilidad, es posible mediante el uso de embarcaciones pequeñas, como canoas.

2.2. Hidrografía de la Qda. Zaragoza.

Una cuenca hidrográfica, es la zona geográfica en donde los escurrimientos de agua confluyen hacia un mismo punto en una corriente. Debido a esta característica, las cuencas hidrográficas, se convierten unidades naturales, para el manejo de los recursos naturales y en particular del agua^(d).

Cuenca hidrográfica, territorio donde las aguas convergen, hacia los puntos más bajos de la superficie del mismo y se une en una corriente resultante o río principal, que las evacuan hacia un lago, un río, un mar u océano (ROMMEL-1975).

El ancho del cauce de la Qda. Zaragoza, varía entre 10 m, en las partes altas y 15 m, para lugares sinuosos y meándricos, cerca de su desembocadura. Se cuentan en sus riveras, comunidades mestizas y campesinas, así como,

pequeños agricultores y ganaderos, el paisaje con diversidad vegetativa y variada fauna. La desembocadura de la Quebrada, lo hace al río Marañón, siendo, subsidiario del mismo.

2.3. Posición geográfica, de los puntos de muestreo.

Se cuentan, tres puntos de muestreo, asociados a las estaciones de Vaciante y Creciente.

Cuadro 01: GPS de la Qda. Zaragoza- VACIANTE.

Referencia	GPS (UTM)
Punto 01: Área Pte. Zaragoza.	N:18M-0655777 E:9505282
Punto 02: 200 m aguas arriba.	N:18M-0655652 E:9505296
Punto 03: 200 m aguas abajo.	N:18M-0655939 E:3505230
LMP	----

Referencia: Elaboración propia-2016.

Cuadro 02: GPS de la Qda. Zaragoza- CRECIENTE.

Referencia	GPS (UTM)
Punto 01: Área Pte. Zaragoza.	N:18M-0655777 E:9505282
Punto 02: 200 m aguas arriba.	N:18M-0655652 E:9505296
Punto 03: 200 m aguas abajo.	N:18M-0655939 E:3505230
LMP	----

Referencia: Elaboración propia-2016.

2.4. Monitoreo.

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. Esta actividad, se efectúa, con el

objetivo de buscar, quién es el responsable de la alteración ambiental identificada. De acuerdo al marco normativo vigente, le corresponde a la autoridad competente establecer el protocolo de monitoreo de la calidad ambiental del agua, en coordinación con el MINAM y con la participación de los sectores a fin de estandarizar los procedimientos y metodologías para la aplicación de los ECAs, para agua. Para el monitoreo de la calidad ambiental del agua, se considerarán los siguientes criterios (**OEFA-2013**).

- ❖ Metodologías estandarizadas para la toma de muestras acondicionamiento, transporte y análisis.
- ❖ Ubicación de las estaciones de monitoreo y características de su ejecución como y frecuencia de muestras o ensayos estandarizados internacionalmente realizados por laboratorios acreditados.
- ❖ Estandarización de equipos para las mediciones de parámetros de lectura directa en Campo (**OEFA-2013**), además, determina el procedimiento y criterios técnicos, para los parámetros de evaluación, puntos de monitoreo, frecuencia, toma de muestras, preservación, conservación, transporte de muestras.

2.4.1. Protocolo de monitoreo en el campo.

Si es para metales, use muestreadores, sin componentes de metales. Igual, para parámetros orgánicos, uso de muestreadores, de vidrio, el plástico absorbe y contamina las muestras. Descontamine el equipo, antes de usar y envuelva el equipo inorgánico en celofán y el equipo orgánico, en papel aluminio. Uso de guantes, no sólo protegen al personal de campo, sino también, evitan la contaminación potencial a la muestra. Los guantes, deben ser desechables, sin polvo. Cuando se muestrean para los inorgánicos, use guantes de látex. Guantes de nitril, son apropiados para los orgánicos^(e).

2.4.2. Protocolo de análisis en laboratorio.

Otras muestras, son analizadas en el laboratorio y entran con previo tratamiento químico, dependiendo del tipo de parámetro requerido. Además, son puestas en envases (Igloo), de polietileno, bajo refrigeración de 4°C y van

acompañadas de una hoja de datos, llamada **Cadena de Custodia-ISO 17025**, donde se indican, el tipo de parámetros a ser analizados. La cadena de custodia, es la evidencia física de la muestra, desde la hora en que fue colectada, hasta que se introduzca al laboratorio. Si una muestra, está en custodia, quiere decir, que se tiene posesión física de ella, a la vista, sellada, para prevenir la falsificación.

Pasos

Para coleccionar muestras de ríos, humedales, quebradas y lagos, debe seguir los siguientes pasos:

- a. Cuidar de las inundaciones no esperadas.
- b. Hágalo en equipos, en cualquier monitoreo, mínimo dos personas y busque una ruta de fácil escape.
- c. Localice el lugar de muestreo, cerca de una estación asistida por personas, para que se pueda relacionar la descarga del río, con la muestra de la calidad del agua.
- d. Determine la velocidad del cuerpo de agua, en el momento del muestreo.
- e. Debe hacerse en contracorriente, con menos turbulencia.
- f. Tome un canal uniforme, para muestrear.
- g. Por indicación expresa, evite muestreo, al lado de confluencias o fuentes de contaminación.
- h. Use botas de jebe y/o zapatos con protección, para caminar cerca de las orillas de los ríos y lagos.
- i. No coleccionar muestras a lo largo de las orillas, puesto que, no ser representativas.

2.5. Parámetros a ser analizados.

Los parámetros que se analizarán son: Físicos, Químicos, Gaseosos y Bacteriológicos.

2.5.1. Parámetros in situ: En el campo (**In situ**), en el mismo momento de la toma de muestras, para no perder sus características físicas y químicas, propias de cada una de ellas, como: pH, Temperatura, Transparencia,

Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Dióxido de Carbono, Caudal, Posición Geográfica, Acústica y Gaseosos Atmosféricos.

2.5.2. Parámetros en el laboratorio: Alcalinidad, Cloruros, Dureza Total (Ca y Mg), Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Plomo, Bario, Cadmio, Aceites y Grasas, Nitritos, Nitratos.

2.6. Determinaciones Conceptuales: Se describe conceptualmente, las Características y/o usos de los parámetros, observados previamente e indicados en la Matriz de Consistencia, como: Caudal, Temperatura, Color, Transparencia, pH, Conductividad Eléctrica, Alcalinidad, STD, Oxígeno Disuelto, Dióxido de Carbono, Cloruros, Dureza Total (Ca y Mg), Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Plomo, Bario, Cadmio, Aceites y Grasas, Nitritos, Nitratos.

❖ **pH**

Es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución, donde se determina el número de Iones (H_3O), presentes en determinadas sustancias, definido, como el Logaritmo negativo en base 10, de la actividad de los iones Hidrógeno; donde, las concentraciones de los iones H^+ y iones OH^- , son cantidades muy pequeñas (**SAWYER-2000**).

pH = - Log (H^+)

También, el pH, es una medida del contenido ácido del agua, que influye sobre gran parte de los procesos químicos. El agua sin impurezas (Y que no está en contacto con el aire), tiene un pH de 7.

El pH, es una forma de determinar el carácter ácido, básico o neutro de una disolución y fue propuesto por Sørensen en 1909. El agua, presenta una pequeña conductividad, debido a su ionización. Según el pH, las disoluciones, se clasifican:

Cuadro 03: Valores del pH.

Disolución	H_3O^+	pH
Ácida	$< 10^{-7}$	< 7
neutra	$= 10^{-7}$	$= 7$
Básica	$> 10^{-7}$	> 7

Fuente: <http://roble.pntic.mec.es/~mbedmar/iesao/quimica/quees.htm> ^(f).

❖ Temperatura

La temperatura, es una magnitud referida a las nociones comunes de calor, mediante un termómetro. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica. Más específicamente, está relacionada directamente con la parte de la energía interna conocida como «energía cinética», que es la energía asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional, o en forma de vibraciones. A medida que sea mayor la energía cinética de un sistema, su temperatura es mayor. La temperatura, es una propiedad física, que se refiere a las nociones comunes de calor o ausencia de calor. A menudo el calor o el frío percibido por las personas tiene más que ver con la sensación térmica, que con la temperatura real. Fundamentalmente, la temperatura es una propiedad, que poseen los sistemas físicos a nivel macroscópico, la cual tiene una causa a nivel microscópico, que es la energía promedio por la partícula. La temperatura está íntimamente relacionada con la energía interna y con la entalpía de un sistema: a mayor temperatura, mayores serán la energía interna y la entalpía del sistema. Temperatura, es una propiedad intensiva, es decir, que no depende del tamaño del sistema, sino que es una propiedad que le es inherente y no depende ni de la cantidad de sustancia ni del material del que este compuesto⁽⁹⁾.

El instrumento utilizado para medir la temperatura, es el Termómetro. Actualmente, se usan tres escalas: Celsius (Todos usamos), Fahrenheit (Usan los países anglosajones) y Kelvin (Uso científico-S.I.).

Cuadro 04: Escalas de temperatura.

Nombre	Símbolo	Temperaturas de referencia	Equivalencia
Escala Celsius	°C	Puntos de congelación (0°C) y ebullición del agua (100°C)	-----
Escala Fahrenheit	°F	Punto de congelación de una mezcla anticongelante de agua y sal y temperatura del cuerpo humano.	$^{\circ}\text{F} = 1,8 \text{ }^{\circ}\text{C} + 32$
Escala Kelvin	K	Cero absoluto (Temperatura más baja posible) y punto triple del agua.	$\text{K} = \text{ }^{\circ}\text{C} + 273$

Fuente:http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/temperatura.htm (h).

❖ Oxígeno Disuelto

Es la cantidad de Oxígeno, que está disuelta en el agua. Es un indicador, de cuán contaminada está el agua o de lo bien que se encuentra y ser soporte de la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de Oxígeno Disuelto, indica agua de mejor calidad. Si los niveles de Oxígeno Disuelto, son demasiado bajos, las especies acuáticas, no pueden sobrevivir. Este Oxígeno, proviene del Oxígeno en el aire, que se ha disuelto en el agua, por lo que están muy influidos por las turbulencias del río (Que aumentan el OD), o ríos sin velocidad (En los que baja el OD). Parte del Oxígeno Disuelto en el agua, es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas, ríos con muchas plantas en días de sol, pueden presentar sobresaturación de OD. Otros factores como la salinidad, altitud (Debido a que cambia la presión), afectan los niveles de OD. El Oxígeno Disuelto, depende de la temperatura. Aguas frías, contienen más Oxígeno, aguas más calientes, menos Oxígeno. Los niveles de Oxígeno Disuelto, varían de 7 y 12 ppm o mg/L⁽ⁱ⁾.

Estudios científicos, sugieren que 4-5 ppm, de OD, es la mínima cantidad que soportara una gran y diversa población de peces. El nivel de Oxígeno Disuelto en las buenas aguas de pesca, generalmente

tiene 9 ppm. Si los niveles de OD, bajen de 5,0 mg/L, la vida acuática, es puesta bajo presión. A menor concentración, mayor presión. Niveles de oxígeno, entre 1-2 mg/L, muchas especies acuáticas, no sobrevivirán^(j).

❖ **Transparencia**

El agua, tiene excelentes propiedades, en cuanto a la transmisión de la radiación electromagnética en el espectro visible y de absorción en el infrarrojo. Cuando existe presencia de turbidez, la respuesta espectral obtenida por el sensor, difiere de la del agua clara, La medida de la transparencia de la columna de agua, es importante para identificar las zonas óptimas, para el desarrollo de la actividad fotosintética y por tanto, de la vida acuática. Normalmente se utilizan dos métodos para medir la transparencia o el grado de penetración de la luz en el agua: el disco Secchi y el tubo de turbiedad. La luz del sol, proporciona la energía para la fotosíntesis. La transparencia, decrece a medida que el color, los sedimentos en suspensión o la abundancia de las algas aumentan. El agua toma el color por la presencia y la acción de algunas bacterias, fitoplancton y otros organismos o por los químicos vertidos por el suelo o por la materia vegetal en descomposición. Por tanto, la cantidad de nutrientes vegetales que llegan a un cuerpo acuático, desde fuentes como plantas de tratamiento de desechos, tanques sépticos, arrastre de fertilizantes y restos de plantas traídas por el viento y el agua, afectan a la transparencia^(k).

Aguas con aspecto barroso (Achocolatado), obtiene esa coloración por la suspensión de sedimentos por acción del viento, corriente o por aportes externos, como la erosión en la cuenca de drenaje o la descarga de efluentes, pueden aumentar el nivel normal de sedimentos en suspensión disminuyendo la penetración de la luz en el agua y a su vez, afectando o limitando la capacidad de vida de algunas comunidades biológicas. En general, en aguas naturales traslúcidas, pero con colores amarillo-amarronados, predominan sustancias húmicas disueltas, provenientes de la descomposición de biomasa

vegetal (Sistemas denominados distróficos). La metodología más común involucra la utilización del disco de Secchi, un círculo de 20 cm de diámetro, dividido en cuadrantes pintados alternadamente de negro y blanco, atado a una cuerda graduada. El disco se sumerge del lado sombreado de la embarcación, hasta que deja de verse, se registra la profundidad y vuelve a subirse, hasta que nuevamente se haga visible. Luego, se promedian estas dos medidas (Desaparición con disco descendiendo y aparición en ascenso), para obtener una medida dependiente de la transparencia del agua. Se clasifica como sistemas de aguas claras, a los que presentan lecturas de Secchi, mayores o iguales a un metro. Para este trabajo, el disco Secchi, presenta dos grandes limitaciones: 1) debe ser utilizado desde una embarcación o un muelle cercano a la superficie del agua y 2) en zonas con extensa cobertura de plantas acuáticas sumergidas, seguramente, deje de observarse el disco al taparse con las plantas y no porque la transparencia del agua sea baja (APHA-1998; EPA-1997).

❖ **Conductividad**

El agua pura, es un conductor pobre de la electricidad. Son las impurezas del agua, como las sales disueltas, las que permiten que el agua conduzca electricidad. Se ha encontrado, que un gran indicador del nivel total de impurezas en el agua dulce, es su conductividad eléctrica; es decir, la eficacia con la que el agua trasmite la corriente eléctrica. Cuantas más impurezas hay en ella, mayor es la conductividad eléctrica. Para usos domésticos, se prefiere el agua con un contenido total de sólidos disueltos inferior a los 500 ppm o por debajo de una conductividad de cerca de 750 microSiemens (Ohmios-1)⁽¹⁾.

❖ **Sólidos Totales Disueltos**

Representa el total de sustancias disueltas en un cuerpo de agua determinado. Los STD, se pueden determinar por filtración o multiplicando por un factor de 0,55 del valor de la Conductividad. Los ríos de la Amazonía, contienen STD, mayores de 10 mg/L; los lagos y

otros ríos, presentan valores entre 10 mg/L a 200 mg/L. Las aguas de mar, están en un valor de alrededor de 35, 000 mg/L^(m).

El total de sólidos disueltos, es una medida del contenido combinado de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas, habidas en un líquido en forma molecular, ionizada o en forma de suspensión micro-granular (Sol. coloide). En general, los sólidos deben ser lo suficientemente pequeños, como para sobrevivir filtración a través de un filtro con poros de 2 micrómetros (Tamaño nominal o más pequeño).

El STD, se diferencia del total de sólidos en suspensión (TSS), ya que este último, se compone de sustancias que no pueden pasar a través de un filtro de dos micrómetros, aunque estas sean también suspendidas indefinidamente en una solución líquida. El término "sólidos sedimentables", se refiere a materiales de cualquier tamaño, que no se mantienen suspendidos o disueltos en un tanque de retención, que no está sujeto a movimiento y por lo tanto, excluye TDS y TSS. Los sólidos sedimentables, pueden incluir partículas grandes o moléculas insolubles (DE ZUANE-1997).

❖ **Dióxido de Carbono**

El Dióxido de Carbono disuelto en agua, da lugar al llamado equilibrio Carbónico, de gran importancia en la química del agua:



Origen del CO₂ disuelto en el agua: respiración de los organismos acuáticos, descomposición materia orgánica, disolución de carbonatos, agua de lluvia. La eliminación del CO₂: fotosíntesis se determina mediante valoración ácido-base, con disolución de NaOH diluida, utilizando fenolftaleína, como indicador de punto final.

La presencia del Dióxido de Carbono libre (CO₂), es variable en las aguas superficiales, pero, en la mayoría de las aguas sub-terráneas, no pasa de 50 ppm. El agua pluvial absorbe el Dióxido de Carbono y lo transforma en Ácido Carbónico. El Ácido Carbónico, en contacto con la piedra caliza, absorbe el Calcio, transformándolo en Carbonato de Calcio, pero, no puede disolver cualquier sustancia presente en el

suelo; sin embargo, esta es la principal reacción química, que causa la dureza del agua. El Dióxido de Carbono, se encuentra en aguas que tengan un pH entre 3,6 y 8,4 nunca estará presente en el agua con un pH de 8,5 o superior. El del agua con un pH de 3,5 o menos, suele arrastrar compuestos ácidos, como el ácido Sulfúrico o Clorhídrico. Si el Ácido Carbónico se mantiene, invade la red de suministro, causando la corrosión de tuberías y maquinarias. La disociación del Ácido Carbónico, da lugar al Hidrógeno (H⁺) y a la alcalinidad del Bicarbonato (HCO₃); por tanto, el pH disminuirá al rebajarse la concentración del Dióxido de Carbono o aumentará proporcionalmente al contenido de Bicarbonato. El pH, no cuantifica la presencia de Dióxido de Carbono en el agua; da una idea aproximada de la relación entre el contenido de Dióxido de Carbono y la Alcalinidad del Bicarbonato⁽ⁿ⁾.



❖ Cloruros

El Ión Cloruro (Cl⁻), forma sales en general muy solubles. Suele ir asociado al Ión Na⁺, especialmente en aguas muy salinas. Las aguas dulces, contienen entre 10 y 250 ppm de Cloruros, pero, no es raro encontrar valores mucho mayores. Las aguas salobres, pueden tener centenares e incluso millares de ppm. El agua de mar contiene alrededor de 20 000 ppm. En las aguas superficiales, por lo general, no son los Cloruros, sino los Sulfatos y los Carbonatos, los principales responsables de la salinidad. El contenido en Cloruros afecta la potabilidad del agua y su potencial uso agrícola e industrial. A partir de 300 ppm, el agua empieza a adquirir un sabor salado. Las aguas con Cloruros, pueden ser muy corrosivas, debido al pequeño tamaño del Ión, que puede penetrar la capa protectora en la interfase óxido-metal y reaccionar con el hierro estructural. Los límites fijados en el agua por las normas de calidad se sustentan más en el gusto que le imparten al agua que en motivos de salubridad. Tomando en cuenta el límite de percepción del sabor de los Cloruros en el agua, se ha establecido un límite de 250 mg/L, en aguas de consumo, concentración que puede

ser razonablemente excedida, según las condiciones locales y la costumbre de los consumidores. La OMS, considera que, por encima de esta concentración, los Cloruros, pueden influir en la corrosividad del agua. Este parámetro, sirve también, para detectar vertidos industriales, cuando su concentración presente oscilaciones fuertes o valores distintos a los que corresponden a vertidos netamente urbanos⁽⁹⁾.

❖ **Alcalinidad**

La alcalinidad, es la medida de la resistencia del agua a las reducciones de pH, cuando se le añaden ácidos. Los ácidos añadidos, generalmente provienen de la lluvia o de la nieve. La alcalinidad, se genera a medida que el agua disuelve las rocas que contienen carbonato de calcio, como calcita o piedra caliza. Cuando un lago o riachuelo, tiene muy poca alcalinidad, por lo general por debajo de 100 mg/L, un gran flujo entrante de ácidos procedentes de un aguacero o de la nieve que se derrite rápidamente, puede (Al menos temporalmente) consumir toda la alcalinidad y hacer que descienda el pH del agua, a niveles peligrosos (**VÁZQUEZ-1999**).

La alcalinidad del agua, es la medida de su capacidad, para neutralizar ácidos. Esta alcalinidad de las aguas naturales, se debe principalmente a las sales de ácidos débiles, aunque las bases débiles o fuertes también puede contribuir. Los Bicarbonatos, son los compuestos que más contribuyen a la alcalinidad, puesto que se forman en cantidades considerables, por la acción del CO₂, sobre la materia básica del suelo, Boratos, Silicatos y Fosfatos. Además de los ácidos orgánicos, que son resistentes a la oxidación biológica, como los ácidos húmicos, que forman sales que se adicionan a la alcalinidad. Las aguas naturales, pueden ser alcalinas por cantidades apreciables de Hidróxido y Carbonatos, esto sucede mucho en aguas superficiales con algas. Estas, toman el CO₂, que está en forma libre y lo combinan de tal forma, que el pH, puede aumentar a 9 y 10 (**MANZANO-2009; SAWYER-2000**).

❖ Dureza Total, Calcio y Magnesio

La dureza del agua, es la capacidad de una muestra, para precipitar jabón o es la suma de las concentraciones de Calcio y Magnesio; ambas expresadas, en mg/L como CaCO_3 . No existen efectos perjudiciales, para la salud, por consumir agua dura o blanda, pero, de la presencia de aguas duras, resultan dos consecuencias económicamente importantes: (1) las aguas duras requieren considerablemente, más cantidad de jabón, para formar espuma y limpiar materiales, en comparación con las aguas blandas y (2) las aguas duras, normalmente precipitan a los Carbonatos en los sistemas de tuberías a temperaturas altas (Fenómeno conocido como sarro). Los Carbonatos de Calcio y de Magnesio, son dos de las pocas sales comunes, cuya solubilidad disminuye con el aumento de temperatura. La aparición de los detergentes sintéticos, ha reducido los problemas asociados con el agua dura y con su incapacidad, para la formación de espuma. Sin embargo, el depósito de sarro, continúa siendo un problema. El origen de una muestra de agua generalmente determina su dureza. Las aguas superficiales, comúnmente contienen menos dureza, que las aguas subterráneas. La dureza del agua subterránea, se puede explicar por las formaciones geológicas en donde surge el agua. La presencia de Carbonatos en suelos superficiales y en sedimentos, aumenta la dureza en el agua superficial. Las formaciones de caliza en el subsuelo, aumentan la dureza del agua subterránea. La dureza del agua proviene de sales de cationes metálicos divalentes. Estos Iones, son capaces de reaccionar con jabón y formar precipitados o en la presencia de Aniones apropiados, formar sarro en tuberías de agua caliente. Los principales Cationes causantes de dureza, son los Cationes de Calcio y Magnesio, aunque el Estroncio, Hierro y Manganeso, también pueden contribuir a la dureza del agua. Es común comparar el valor de la alcalinidad en una muestra de agua, con su valor de dureza; ambos son expresados en mg CaCO_3/L . En el caso en que el valor de la dureza del agua, sea mayor que el valor de

la alcalinidad total, el valor de dureza, que es igual al de la alcalinidad, se denomina “dureza de Carbonatos”, mientras que el exceso se conoce como “dureza de no-Carbonatos”. A su vez, cuando la dureza es igual a o menor que la alcalinidad total, toda la dureza es de Carbonatos y no habrá Dureza de no Carbonatos en esa muestra^(p).

❖ **Aceites y Grasas**

Al Aceite y la Grasa, se les concede especial atención por su escasa solubilidad en el agua y su tendencia a separarse de la fase acuosa. A pesar de que estas características son una ventaja, para facilitar la separación del aceite y la grasa, mediante el uso de sistemas de flotación, su presencia complica el transporte de los residuos por las tuberías, su eliminación en unidades de tratamiento biológico y su disposición en las aguas receptoras. Los residuos de la industria del empaque de carnes, especialmente mataderos, disminuyen severamente la capacidad de transporte de las alcantarillas; estas situaciones han servido como base, para establecer normas y reglamentos que controlan la descarga de los materiales grasos a los sistemas de alcantarillado o a las aguas receptoras y han obligado a las instalaciones de equipo de tratamiento en muchas industrias, para recuperar la grasa o el aceite, antes de que se autorice el desagüe. No todos los aceites y las grasas de las aguas servidas, son removidos en unidades de sedimentación primaria, en las aguas residuales clarificadas, quedan cantidades considerables, en forma de emulsión finamente dividida (**SAWYER-2000**).

Los aceites y las grasas no son categorías químicas definitivas, pero incluye millares de compuestos orgánicos con la comprobación que varía el producto químico y las características toxicológicas. Pueden ser volátiles o permanentes, solubles o insolubles, persistentes o degradados fácilmente. Las fuentes son corrientes de agua conteniendo Kerosene, aceites lubricantes y de automóviles, corrientes de gasolineras, industrias domésticas, alcantarillado comercial e industrial, así como alcantarillado institucional, residuos de alimentos y

aceite de cocinas. Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (Automóviles, lubricantes, etc.), son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos. Altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.

Los aceites de cualquier clase, pueden causar: Ahogamiento de aves acuáticas debido a la pérdida de flotabilidad, exposición debido a pérdida de capacidad aislador de plumas, hambre y vulnerabilidad a los depredadores debido a la carencia de la movilidad. Debido a la amplia gama de compuestos incluidos en la categoría, es imposible establecer los valores significativos de 96-horas LC50 para aceite y grasas. Debido a la gran variabilidad en las características tóxicas del aceite, es difícil establecer un criterio numérico que sería aplicable a todos los tipos de aceite es por ello que con la finalidad de conservar el ambiente acuático se indica ausencia de este parámetro en cuerpos de agua de calidad apta para la conservación del ambiente (**MIRONOV-1970**).

❖ **Bario**

Elemento altamente tóxico, para el hombre; causa trastornos cardíacos, vasculares y nerviosos (Aumento de presión arterial). Se considera fatal una dosis de 0,8 a 0,9 gramos como Cloruro de Bario (De 550 a 600 miligramos de Bario). La contaminación del agua por Bario, puede provenir principalmente de los residuos de perforaciones, de efluentes de refinerías metálicas o de la erosión de depósitos naturales. Estudios realizados en las aguas de consumo, muestran evidencias de que el Bario, es absorbido por Óxidos e Hidróxidos de Hierro y Manganeso, lo cual, explicaría su eliminación durante la coagulación. Sin embargo, existen pruebas, que demuestran que el tratamiento convencional mediante coagulantes de Aluminio y Hierro, con filtración posterior, no es un método particularmente efectivo, para la remoción de Bario en el agua. Por otro lado, un control adecuado del

pH, en la planta de ablandamiento del agua, mediante cal, puede lograr una remoción de 90% del Bario. Como un margen de seguridad, la EPA y las Guías de Calidad para Agua de Bebida del Canadá, han fijado tentativamente como límite 2 y 1 mg/L, respectivamente, en las fuentes de aguas de consumo humano. La OMS da un valor guía de 0,7 mg/L (**TRELLES-1978**).

❖ **Cadmio**

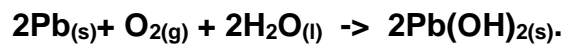
El mineral principal que sirve de fuente de obtención del Cadmio es la Esfalerita, que es un Sulfuro de Zinc (ZnS), que frecuentemente se encuentra como mezclas isomorfas. Lo más frecuente es que guarden relación para-genética con la calcopirita. Casi todo el Cadmio, se obtiene como subproducto en el procesado de minerales de Sulfuros de Zinc. En el aire, el Cadmio, está en forma de partículas, en la cual el Óxido de Cadmio, es un constituyente importante. Es persistentes y bio-acumulativos y afectan a la capacidad reproductiva, al desarrollo del feto, causan desórdenes del sistema nervioso, tóxicos a organismos acuáticos, cancerígenos, entre otros. Al aumentar la temperatura, aumentan la captación y los efectos tóxicos, mientras que el aumento de la salinidad o de la dureza del agua, los hace disminuir. La toxicidad del Cd, es variable en los peces; los salmónidos, son especialmente susceptibles. Se han notificado efectos sub letales en los peces, en particular malformaciones de la espina dorsal. Las fases biológicas más susceptibles, son el embrión y la larva joven; los huevos son los menos vulnerables. La Guía Canadiense de la Calidad del Agua, establece una concentración de Cadmio de 0,2 mg/L, para aguas destinadas a la preservación de la vida acuática, en aguas dulces. La Ley General de Aguas, establece una concentración de 0,004 mg/L de Cadmio, para aguas destinadas a la preservación de la fauna acuática y pesca recreativa. El Anteproyecto de Norma de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de Chile, establece una concentración de 0,0008 mg/L de Cadmio, para aguas continentales superficiales de calidad adecuada para la preservación

de comunidades acuáticas. La Norma para el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua de Venezuela, establece una concentración de 0,003 mg/L de Cadmio Total, como límite máximo, para la protección de las comunidades hidrobiológicas. La Norma Técnica Nacional, para Agua de Honduras, establece una concentración de Cadmio de 0,005 mg/L, para aguas destinadas a la preservación de la flora y fauna. La Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua de Ecuador, establece una concentración de Cadmio de 0,001 mg/L, para aguas destinadas a la preservación de flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas. La Norma para prevenir la Contaminación Ambiental de Uruguay, establece una concentración de Cadmio de 0,001 mg/L, para aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica. Se establece una concentración de 0,004 mg/L, de Cadmio para aguas destinada a la conservación del ambiente, este valor guarda concordancia con lo que establece la Ley General de Aguas en su clase VI, lo cual indica aguas destinadas a la preservación de la fauna acuática y pesca recreativa o comercial⁽⁹⁾.

❖ **Pb**

Las principales fuentes de ingreso del Plomo, al organismo, son el aire inhalado (Debido a la emisión producida por algunos motores de combustión interna, que utilizan combustibles que contienen componentes orgánicos de Plomo, como aditivos), los alimentos y el agua de bebida. Una intoxicación crónica de plomo y sus derivados, produce el saturnismo. La persona tiene aliento fétido, anemia intensa, alteraciones digestivas y la aparición característica del ribete de Burton, de color gris azulado en el borde de las encías. Son frecuentes las complicaciones cardiovasculares, renales y nerviosas. La Organización Mundial de la Salud, ha establecido como máxima concentración permisible de Plomo, en agua potable de 10 µg/L (**PELLERANO-2005**). El agua de mar, contiene concentraciones de Plomo (2-30 ppb). Los ríos contienen una media de 3 a 30 ppb. El fitoplancton contiene

aproximadamente 5-10 ppm de plomo (En base seca), los peces de agua dulce aproximadamente 0,5-1000 ppb, y las otras 500 ppb aproximadamente. La Organización Mundial de Salud, estableció en 1995, como límite legal 50 ppm de plomo, este límite decrecerá hasta 10 ppb en el 2010. En condiciones normales el Plomo, no reacciona con el agua. Sin embargo, cuando el Plomo se pone en contacto con aire húmedo, la reactividad con el agua aumenta. En la superficie del metal se forma una pequeña capa de Oxido de Plomo (PbO); en presencia de Oxígeno y agua, el Plomo metálico se convierte en Hidróxido de Plomo Pb(OH)₂:



El Plomo y los compuestos de Plomo, son contaminantes tóxicos. El Plomo limita la síntesis clorofílica de las plantas. No obstante, las plantas pueden absorber del suelo altos niveles de Plomo, hasta 500 ppm. Concentraciones más altas, perjudican el crecimiento de las plantas. Mediante la absorción por parte de las plantas, el Plomo, se introduce en la cadena alimenticia. El Plomo se acumula en los organismos, en los sedimentos y en el fango. El Plomo en el agua residual, proviene principalmente de los tejados y de las calles.

El cuerpo humano contiene aproximadamente 120 mg de Plomo. Alrededor del 10-20% del Plomo, es absorbido por los intestinos. Los síntomas de la exposición al Plomo, incluyen cólicos, pigmentación de la piel y parálisis, efectos neurológicos o teratógenos. El Plomo orgánico causa necrosis de neuronas. El Plomo inorgánico crea degeneración axónica. Ambas especies de Plomo causan edema cerebral y congestión. Las mujeres son generalmente más susceptibles al envenenamiento que los hombres. El Plomo causa alteraciones menstruales, infertilidad y aumenta el riesgo de aborto. Los fetos, son más susceptibles al envenenamiento por Plomo, que las madres e incluso los fetos protegen a la madre del envenenamiento por Plomo. Los niños absorben mayores cantidades de Plomo, por unidad de masa

corporal que los adultos (Hasta un 40%). La eliminación de Plomo en el agua se lleva a cabo mediante coagulación, filtración de arena e intercambio iónico. Adicionalmente, pueden aplicarse tecnologías de carbón activo y ósmosis inversa^(r).

❖ **Coliformes Totales y Termo tolerantes.**

✓ Coliformes Totales

La denominación genérica coliformes, designa a un grupo de especies bacterianas, que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante, como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

Coliforme significa con forma de coli, refiriéndose a la bacteria principal del grupo, la *Escherichia coli*, descubierta por el bacteriólogo alemán Theodor von Escherich en 1860. Von Escherich, la bautizó como *bacterium coli* ("Bacteria del intestino"), Las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, es decir, homeotermos, pero también ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.

Los coliformes se introducen en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales. Por tal motivo, suele deducirse la mayoría de los coliformes, que se encuentran en el ambiente, son de origen fecal. Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua, destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes, son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura.

Asimismo, su número en el agua, es directamente proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan del agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces.

El grupo coliforme está formado por los siguientes géneros: Escherichia, Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales, que comprende la totalidad del grupo y los coliformes fecales, aquellos de origen intestinal (**VARGAS-1983**).

Los agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial, que demanda un urgente control mediante la implementación de medidas de protección ambiental, a fin de evitar el incremento de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua. El agua de calidad, apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, retrosifonaje, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos con tranceros dañados y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad (**VARGAS-1996; OMS-1985; OMS-2000**).

✓ Coliformes Termotolerantes

Las bacterias como coliformes fecales, forman parte del total del grupo coliforme. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal, es el Escherichia coli.

La presencia de coliformes en el suministro de agua, es un indicio de que el agua, está contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes, se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

Los niveles recomendados de bacterias coliformes fecales son:

- Agua potable: 0 colonias por 100 mL, de la muestra de agua.
- Natación: menos de 200 colonias por 100 mL, de la muestra de agua.

- Navegar/Pescar: menos de 1000 colonias por 100 mL, de la muestra de agua (**VARGAS-1996; OMS-1985; OMS-2000**).

Nitratos. Las plantas, tanto en el agua salada como en la dulce, requieren de tres nutrientes mayores, para su crecimiento: Carbono, Nitrógeno y Fósforo. De hecho, la mayoría tienden a utilizar los tres nutrientes en la misma proporción y no pueden crecer si la cantidad de alguno de ellos, no es suficiente. El Carbono, es relativamente abundante en el aire, como Dióxido de Carbono, el cual se disuelve en el agua, de modo, que una falta de Nitrógeno o de Fósforo, generalmente limita el crecimiento de las plantas acuáticas. El Nitrógeno, existe en los cuerpos de agua, de múltiples formas: de todos, los nitratos son, por lo general, los más importantes.

Nitritos. Se encuentra en aguas sub-tóxicas (Con bajos niveles de Oxígeno Disuelto). Cuando una cantidad excesiva de un nutriente limitante, como el Nitrógeno, se añade a un lago o riachuelo, el agua, se enriquece y promueve un mayor crecimiento de algas y otras plantas. A este proceso de enriquecimiento, lo denominamos eutrofización del agua. El exceso de plantas, que crecen como resultado de este proceso, causan problemas. La mayor parte de aguas naturales, tienen niveles de nitrato, menores a un 1 mg/L, de Nitrógeno del Nitrato, pero también, se encuentran concentraciones superiores a 10 mg/L, de Nitrógeno del Nitrato, en algunas zonas

(http://www.elsitiodelagua.com/i/biblioteca/C_cualidades_del_agua.pdf).

CAP. III: METODOLOGÍA DE TRABAJO.

3.1. Método a utilizarse.

3.1.1. Etapa de Pre-Campo

Considerada como la etapa inicial del proyecto de investigación, donde concurre toda la información, necesaria, tomada de fuentes diferentes, como libros, trabajos realizados (Relacionados con el trabajo), elaboración del plan de monitoreo. Se ha considerado, tres puntos de muestreo, en dos estaciones del año: vaciante y creciente, teniendo en cuenta, lo recomendado en el proceso metodológico y protocolo de monitoreo, para conseguir una muestra, lo más representativa.

3.1.2. Etapa de Campo

Es la salida al campo, desarrollo de las acciones **in situ**, bajo una orientación protocolar. Teniendo en cuenta, los puntos propuestos, en la Matriz de Consistencia. Se midieron parámetros (Previamente indicados), otras muestras, fueron llevadas al laboratorio, bajo las indicaciones de la Cadena de Custodia. Entre los parámetros analizados **in situ**: pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto, Transparencia, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos (**Cuadro N° 13 Matriz de Consistencia**).

- **Temperatura del Agua:** Se medió, con un termómetro de campo, con bulbo tubular, lleno con Mercurio (Hg), cuyas unidades, se expresan en °C.
- **Transparencia:** Se hizo uso de un **Disco Secchi**, atada al centro, por una cuerda graduada, con espacio de 10 cm.

Pasos:

1. Introducir el Disco Secchi, lentamente, en el cuerpo de agua, hasta que la figura, no se note.
2. Leer, en la cuerda, la profundidad alcanzada en cm.

- **pH:** Se midió con un pH-meter de laboratorio, expresados en unidades estándares.

Pasos:

1. Secar el bulbo de sensibilidad del equipo.

2. Encender el equipo.
3. Introducir el bulbo, dentro un vaso de precipitado, de 20 mL.
4. Dejar que se estabilice, el valor numérico en la pantalla.
5. Leer, lo indicado en la pantalla del equipo (En unidades estándares).

➤ **Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$).**

Se midió **in situ**, haciendo uso de un conductímetro portátil, cuyo valor se expresa en unidades MicroSiemens/Centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Método: Electrométrico

Pasos:

1. Lavar con agua destilada, el cabezal del sensibilizador.
2. Verter 100 mL, de la muestra problema, en un Vaso de Precipitado de 250 mL.
3. Introducir en la muestra el cabezal del sensibilizador.
4. Dejar que el valor se estabilice.
5. Preparar el equipo.
6. Leer el resultado en unidades MicroSiemes/Centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

➤ **Análisis de Dióxido de Carbono.**

Método: Titulación

Pasos:

1. Pasar a un vial, 15 mL, de la muestra problema.
2. Adicionar una gota de Fenolftaleína (Indicador); al 0,1 %.
3. Introducir gota a gota Hidróxido de Sodio en solución (0,01 N) y mezclar con cada gota depositada.
4. Continúe adicionando, hasta conseguir una coloración Rosada y persistente, durante 30 segundos.
5. Contar las gotas adicionadas y multiplicar por dos (2).
6. El valor obtenido, se expresa en mg/L, de Dióxido de Carbono.

3.1.3. Etapa de Post-campo

La importancia de la esta etapa, consiste, en la reunión de todo lo trabajado, durante las dos etapas anteriores, es el momento de los ajustes de datos,

discusión de los resultados, determinación de las conclusiones del proyecto de investigación y momento de recomendar a los interesados, comprometidos en el área de incidencia, para controlar y mejorar en el tiempo, parámetros que se encontraran fuera de los LMP, de las normas establecidas; para, poder sustentar con objetividad el informe final.

3.2. Procedimientos metodológicos y formas de trabajo.

Se tomó en cuenta los siguientes parámetros: Dióxido de Carbono, Cloruros, Alcalinidad Total, Dureza Total, Dureza de Calcio, Dureza de Magnesio, Aceites y Grasas, Nitratos, Nitritos, Bario, Cadmio, Plomo (**Cuadro N° 13 Matriz de Consistencia**).

➤ **Oxígeno Disuelto (OD).**

La determinó mediante un Kit (HACH), para Oxígeno Disuelto (OD), cuyo valor se expresa en mg/L.

Método: Titulación.

Pasos:

1. Llene el matraz con la muestra problema, evite la formación de burbujas, al llenar.
2. Incline ligeramente el matraz y coloque el tapón de un golpe, para evitar atrapar burbujas del aire (Si se notase burbujas, desechar la muestra y empezar de nuevo).
3. Abrir la tapa del matraz con mucho cuidado e introducir una almohadilla de Sulfato de Manganeso (10 mg) y otra almohadilla (10 mg), de Hidróxido de Litio-Ácido de Sodio.
4. Agitar vigorosamente el matraz, para mezclar, aparecerán flóculos de precipitado. Si se forma un precipitado **naranja-marrón**, indica la presencia de Oxígeno, en la muestra.
5. Espere que el precipitado se deposite, aproximadamente hasta la mitad del volumen del matraz. Los flóculos no se depositarán, si existieran altas concentraciones de Cloro. En todo caso, espere de 4 min a 5 min, antes de continuar.

6. Quitar el tapón y añadir el contenido de una cápsula de reactivo (3), Tapa el matraz suavemente, para evitar atrapar burbujas de aire (Si se notase burbujas, desechar la muestra y empezar de nuevo el análisis).
7. Agite vigorosamente el matraz, los flocos, se disolverán y la muestra se tornará **amarilla**, si contiene Oxígeno Disuelto.
8. Llene al máximo la probeta, con la muestra, hasta aquí preparada.
9. Vierta el contenido de la probeta al matraz, para mezclar.
10. Añada gota a gota de Tiosulfato Sódico (Titulante), al matraz. Cuento cada gota añadida.
11. Agite hasta mezclar cada gota añadida. Continúe añadiendo, hasta que la muestra se vuelva **incolora**.
12. El número total de gotas, de la solución valorada, equivale al total de Oxígeno Disuelto, expresado en **mg/L**.

➤ **Análisis de Cloruros.**

Método: Titulación

Pasos:

1. Agregar a una bureta, 50 mL, de Nitrato de Plata 0,01N. Servirá como titulante.
2. A 100 mL, de muestra problema, agregar 5 gotas de Cromato de Potasio al 5%. La solución se tornará **amarilla**.
3. Titular, gota a gota, hasta que la solución **amarilla**, cambie a **rojo ladrillo**.
4. Cerrar la bureta.
5. Leer los mL, gastados de la bureta.
6. El resultado se expresará en mg/L o ppm.

Fórmula:

$$g_{Cl^-} = \frac{N \times V_t \times 0,0355}{V_m}$$

Donde:

V_t = Volumen gastado del titulante (mL).

V_m = Volumen de la muestra problema titulada (mL).

N = Concentración (Nitrato de Plata).

0,0355 = Peso mili-equivalente-gramo del Cloro ($P_{meq_{Cloro}} = 35,5/1000$).

➤ **Análisis de Dureza Total, Ca y Mg.**

Método: Titulación

Pasos:

1. En un Erlenmeyer limpio y seco, introducir 100 mL, de la muestra problema.
2. Adicione 2 mL, de solución Buffer (NaOH), con pH 10 y agitar con cuidado, la muestra no cambia de color.
3. Adicione 4 gotas del indicador Negro de Eriocromo (NET) ó 0,01g.
4. La muestra, se torna rojiza.
5. Titular con solución de EDTA; 0,01M, hasta que el color cambie de rojo vino a una coloración azul.
6. Expresar el resultado en ppm o mg/L, de Calcio, como Carbonato de Calcio.

Formula:

$$g_{CaCO_3} = \frac{N \times V_t \times 0,05}{V_m}$$

Donde:

V_t = Volumen gastado del titulante (mL).

V_m = Volumen de la muestra problema titulada (mL).

N = Concentración (del EDTA).

0,05 = Peso mili-equivalente-gramo del Calcio ($P_{meq_{Ca}} = 100/2000$).

NOTA: El mismo procedimiento, para Dureza de Magnesio.

NOTA: Por diferencia, de la Dureza Total, menos la Dureza de Magnesio, tendremos, la de Calcio.

➤ **Análisis de Coliformes Totales.**

Método: Filtración

Pasos:

1. Desinfectar la mesa de trabajo con alcohol
2. Desinfectar las manos con alcohol.
3. Tomar la muestra problema.
4. Armar el equipo de filtración.

5. Colocar una membrana filtrante en el equipo de filtración, utilizando una pinza limpia y seca.

NOTA: Para aguas superficiales (Ríos, lagos, quebradas, humedales, etc.), las diluciones, no son necesarias.

6. Ponga una almohadilla en la placa Petri.

7. Lleve a la placa Petri, 2 mL, de la solución m – ENDO – B (Sirve de alimento a las bacterias colifórmicas).

➤ **Coliformes Termotolerantes**

Método: Filtración

Pasos:

1. Tomar la muestra problema indicada.

2. Desinfectar la mesa de trabajo con alcohol.

3. Desinfectar las manos con alcohol.

4. Armar el equipo de filtración.

5. Colocar una membrana filtrante en el equipo de filtración, utilizando una pinza.

NOTA: Para aguas superficiales (Ríos, lagos, quebradas, humedales, etc.), se obvian las diluciones.

6. Llevar la almohada a la placa Petri.

7. Agregar en la placa Petri, 2 mL, de la solución **m – FC**.

➤ **Análisis de Aceites y Grasas**

Método: APA–1664 (Gravimétrico)

Pasos:

1. En una pera, para filtración, llevar 350,00 mL, de muestra problema.

2. Agregar 4 mL, de Ácido Sulfúrico (14,5 N). Preparación: 394 mL, de Ácido Sulfúrico, en 1 litro de Agua Destilada.

3. Adicionar 30 mL de solvente Hexano (C₆H₁₄).

4. Agitar vigorosamente y dejar en reposo por 10 minutos (Colocar al final del cuello fino de la pera, un pedazo de algodón, que servirá de filtro).

5. Después de diez (10) minutos, filtrar, en un balón pequeño de 50 mL, con boca aforada, previamente pesado.

6. Concentrar el filtrado en un rotavapor, a presión reducida.
7. Dejar enfriar.
8. Llevar el balón a un desecador con sílica gel, por espacio de 1 h.
9. Pesar nuevamente el balón, en una balanza analítica de cuatro dígitos.
10. Por diferencia de peso, establecer las concentraciones del Aceite y Grasa, expresadas en ppm o mg/L.

➤ **Análisis de Alcalinidad.**

Método: Titulación

Pasos:

1. Tomar 100 mL, de muestra problema.
2. Añada gotas de Anaranjado de Metilo, hasta que tome un color amarillento.
3. Titular con solución de Ácido Sulfúrico (H₂SO₄); 0,02 N, hasta que el color, se vuelva anaranjado.
4. El resultado, se indica en ppm, como CaCO₃.

Formula:

$$g_{CaCO_3} = \frac{N \times V_t \times 0,05}{V_m}$$

Donde:

- V_t = Volumen gastado del titulante.
 V_m = Volumen de la muestra problema titulada.
 N = Concentración (Del H₂SO₄).
 0,05 = Peso mili—equivalente-gramo del Calcio
 (P_{meq_{Ca}} = 100/2000).

➤ **Análisis de Plomo**

Método: Fotométrico

Pasos:

1. Usar una pera limpia y seca.
2. Llevar a la pera, 250 mL, de la muestra (No es necesario filtrar).
3. Depositar el contenido de una almohada (Buffer tipo citrato). Son capsulas largas y blanquecinas, mezclar.

4. En una probeta de 100 mL, verter 50 mL de Cloroformo (CHCl_3) y mezclar con el contenido de una almohada de Dithi Ver.
5. De la probeta del punto “d”, tomar 30 mL.
6. Llevar a la pera y mezclar.
7. Adicionar 5 mL de Hidróxido de Sodio 5 N, agitar hasta obtener una coloración naranja o rosada (Sino apareciera dicha coloración, agregar unos cuantos mL más hasta obtener dicha coloración); y llevar a un $\text{pH}=11$.
8. Agregar 1g ó 10 gotas de Cianuro de Potasio (KCN), mezclar.
9. Ubicar en el extremo más fino de la pera, una pequeña bola de algodón (Sirve de filtro), dejar en reposo 1 minuto.
10. Tener listo, dos celdas de vidrio (A y B).
11. A la celda “A”, colocar 25 mL de la muestra filtrada.
12. Preparar el equipo (Espectrofotómetro DR-2010).
13. Introducir en ella, la muestra “B” (Conteniendo Cloroformo), que sirve de blanco y apretar Zero.
14. Esperar que aparezcan las unidades (0,00 ug/L).
15. Retirar la muestra en blanco y llevar la muestra problema “A”, a la celda.
16. Expresar el valor y en mg/L.

Foto N°05: Análisis de laboratorio



Fuente: Elaboración propia-2016.

3.3. Estación o punto de muestreo

De acuerdo a la exigencia del proyecto de investigación, establecido en la Matriz de Consistencia, se han determinado 3 puntos de muestreos (**Cuadro N° 13**).

Cuadro 05: Estaciones de monitoreo en Vaciante y Creciente.

Estaciones de muestreo	Nombre
1	Área Puente Zaragoza
2	200 m. aguas arriba.
3	200 m. aguas abajo.

Fuente: Elaboración propia-2016.

CAP. IV: MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.

4.1. Materiales utilizados en el proyecto.

4.1.1. De Vidrio

- ✓ Buretas
- ✓ Pipetas
- ✓ Probetas
- ✓ Vasos de precipitado

4.1.2. De Metal

- ✓ Soporte Universal
- ✓ Disco Secchi
- ✓ Refrigeradora
- ✓ Pinzas

4.1.3. De Plástico

- ✓ Botellas de plástico de 1L
- ✓ Botellas para solventes

4.1.4. Otros

- ✓ Botellas de borosilicato de 1L
- ✓ Computadora
- ✓ Envases con reactivos químicos

4.2. EQUIPOS DE LABORATORIO.

Foto 06: Disco Secchi



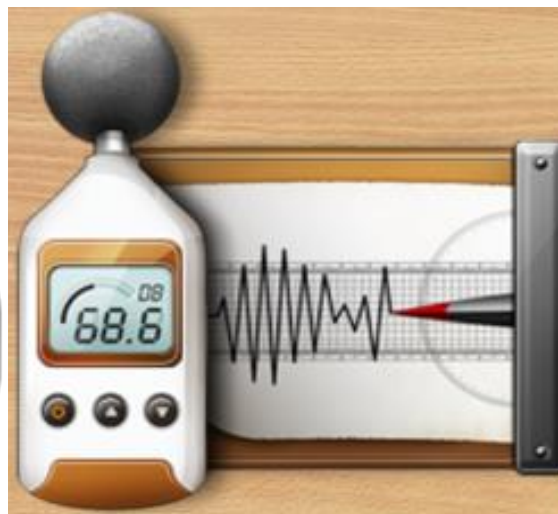
Foto 07: pH-meter



Foto 08: Impresora



Foto 09: Sonómetro



MATERIALES:

Foto 10: Botellas de Borosilicato.



Foto 11: Vasos de precipitado.

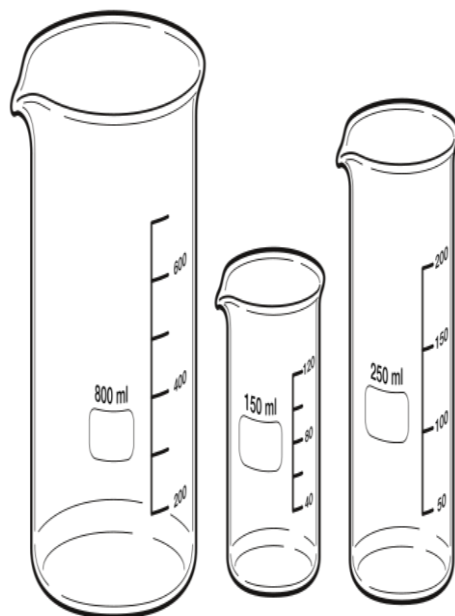
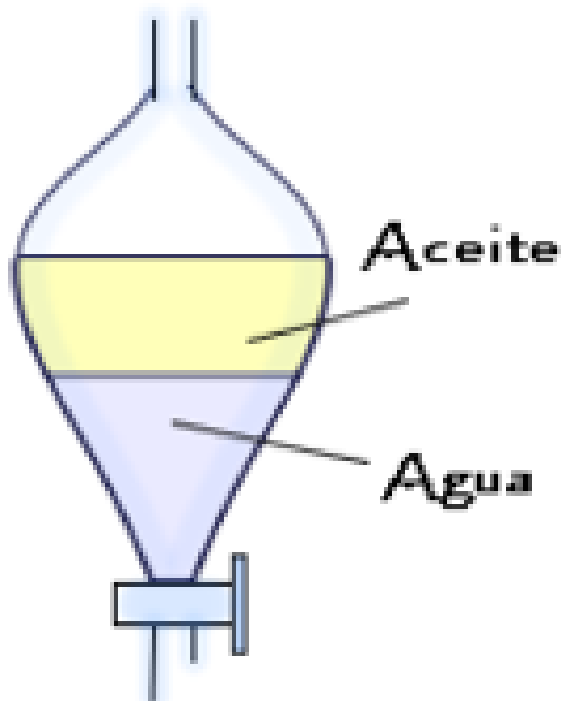


Foto 12: Buretas.



Foto 13: Embudo de decantación.



REACTIVOS

Foto 14: Anaranjado de metilo.

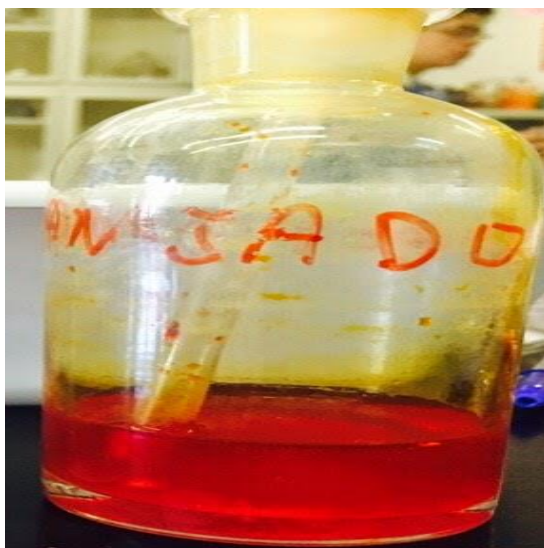


Foto 15: Alcohol de 96°



Foto 16: Dicromato de potasio.



Foto 17: Nitrato de plata.



RESULTADOS.

Cuadro 06: Análisis de las aguas de la Qda. Zaragoza-VACIANTE.

Cuerpo de agua	Fecha	Q m ³ /min	T. Ag (°C)	Tran (cm)	Cond μS/cm	TDS mg/L	pH (U.I)	O ₂ mg/L	CO ₂ mg/L	A.T. mg/L	C.Tot. UFC/10 0 mL	C.Fec UFC/10 0 mL	Cl ⁻¹ mg/L	D. T. mg/L	Dza. Ca mg/L	Dza. Mg mg/L	A/G mg/L	Nitrito mg/L	Nitrato mg/L	Ba mg/L	Pb mg/L	Cd mg/L
Punto 1: Área del puente	18-09- 15	0,44	29,0	70,0	20,0	11,0	8,8	8,0	11,0	18,5	8,0	2,0	7,28	9,00	4,00	5,00	1,20	0,03	118	ND	ND	ND
Punto 2: Puente 200 m aguas arriba del puente.	18-09- 15	0,61	26,0	110,0	20,0	11,0	8,7	8,0	9,4	17,0	8,0	2,0	8,00	7,50	5,60	1,90	1,00	0,04	101	ND	ND	ND
Punto 3: Puente 200 m aguas abajo del puente.	18-09- 15	0,68	28,0	70,0	20,0	11,0	8,3	7,9	9,0	17,0	10,0	2,0	5,68	9,00	5,60	3,40	1,40	0,07	105	ND	ND	ND
Promedio	----	0,58	27,6 7	83,33	20,00	11,0 0	8,60	7,97	9,80	17,5 0	9,00	2,00	6,99	8,50	5,07	3,43	1,20	0,05	108	----	----	----
LMP	----	----	Δ3	NS	1000	500	6,5- 9,0	≥ 5	NS	NS	3000	2000	250	200	75	30	5	NS	13	1	0,0025	0,00025

Referencia: D.S. N° 015-2015-MINAM; D.S. N° 002-2008-MINAM.

Leyenda:

mg/L : Miligramos/Litro. pH : Potencial de Hidrógeno. Q : Caudal.
 U.S : Unidades Estadares. TDS : Sólidos Totales Disueltos. μS/cm : Micro siemens por Centímetro.
 LMP : Límite Máximo Permisible. A/G : Aceites y Grasas. ND : No Detectado.
 NS : No hay estándares.

Cuadro 07: Análisis de las aguas de la Qda. Zaragoza-CRECIENTE.

Cuerpo de agua	Fecha	Q m ³ /m in	T. Ag (°C)	Tran (cm)	Cond μS/cm	TDS mg/L	pH (U.I)	O ₂ mg/L	CO ₂ mg/L	A.T. mg/L	C.Tot. UFC/100 mL	C.Fec UFC/100 mL	Cl ⁻¹ mg/L	D. T. mg/L	Dza. Ca mg/L	Dza. Mg mg/L	A/G mg/L	Nitrito mg/L	Nitrato mg/L	Ba mg/L	Pb mg/L	Cd mg/L
Punto 1: Área del puente	13-03- 16	1,32	28,0	50,0	30,0	16,5	8,85	8,2	13,0 0	22,5	4,0	1,0	6,80	11,0 0	5,70	5,30	0,8	0,01	90	ND	ND	ND
Punto 2: Puente 200 m aguas arriba del puente.	13-03- 16	1,83	26,0	90,0	25,0	13,7 5	8,80	8,2	100	20,0	4,0	1,0	6,50	9,30	6,40	2,90	0,7	0,02	87	ND	ND	ND
Punto 3: Puente 200 m aguas abajo del puente.	13-03- 16	1,04	27,0	60,0	25,0	13,7 5	8,82	8,0	9,50	20,0	6,0	1,0	6,60	10,1 0	6,10	4,00	0,9	0,04	83	ND	ND	ND
Promedio	----	1,40	27,0	66,6 7	26,67	14,6 7	8,82	8,13	10,8 3	20,8 3	5,00	1,00	6,63	10,1 3	6,07	4,07	0,8	0,02	86,67	----	----	----
LMP	----	----	Δ3	NS	1000	500	6,5- 9,0	≥ 5	NS	NS	3000	2000	250	200	75	30	5	NS	13	1	0,0025	0,00025

Referencia: D.S. N° 015-2015-MINAM; D.S. N° 002-2008-MINAM.

Leyenda:

mg/L : Miligramos/Litro.

pH : Potencial de Hidrógeno.

Q : Caudal.

U.S : Unidades Estadares.

TDS : Sólidos Totales Disueltos.

μS/cm : Micro siemens por Centímetro.

LMP : Límite Máximo Permissible.

A/G. : Aceites y Grasas.

ND : No Detectado.

NS : No Hay Estadares.

Cuadro 08: Promedio de Análisis de las aguas de la Qda. Zaragoza-VACIANTE/CRECIENTE.

Cuerpo de agua	Fecha	Q m ³ /min	T. Ag (°C)	Tran (cm)	Cond μS/cm	TDS mg/L	pH (U.I)	O ₂ mg/L	CO ₂ mg/L	A.T. mg/L	C.Tot. (UFC/100 mL)	C.Fec (UFC/100 mL)	Cl ⁻¹ mg/L	D. T. mg/L	Dza. Ca mg/L	Dza. Mg mg/L	A/G mg/L	Nitrito mg/L	Nitrato mg/L	Ba mg/L	Pb mg/L	Cd mg/L
Vaciante	18-09-15	0,58	27,67	83,33	20,00	11,00	8,60	7,97	9,80	17,50	9,00	2,00	6,99	8,50	5,07	3,43	1,20	0,05	108	----	----	----
Crecente	13-03-16	1,40	27,0	66,67	26,67	14,67	8,82	8,13	10,83	20,83	5,00	1,00	6,63	10,13	6,07	4,07	0,8	0,02	86,67	----	----	----
Promedio	----	1,00	27,34	75,00	23,34	12,84	8,71	8,05	10,32	19,17	7,00	2,00	6,81	9,32	5,57	3,75	1,00	<u>0,04</u>	97,34	----	----	----
LMP	----	----	Δ3	NS	1000	500	6,5-9,0	≥ 5	NS	NS	3000	2000	250	200	75	30	5	NS	13	1	0,00 25	0,000 25

Referencia: D.S. N° 015-2015-MINAM; D.S. N° 002-2008-MINAM.

Leyenda:

mg/L : Miligramos/Litro.

pH : Potencial de Hidrógeno.

Q : Caudal.

U.S : Unidades Estándares.

TDS : Sólidos Totales Disueltos.

μS/cm : Micro siemens por Centímetro.

LMP : Límite Máximo Permissible.

A/G : Aceites y Grasas.

ND : No Detectado.

NS : No hay estándares.

Cuadro 09: Sonido y GPS de la Qda. Zaragoza- VACIANTE.

Referencia	Sonido (dB)	GPS (UTM)
Punto 01: Área Bañistas.	56	N:18M-0655777 E:9505282
Punto 02: 200 m. aguas arriba del puente.	42	N:18M-0655652 E:9505296
Punto 03: 200 m. aguas abajo del puente.	51	N:18M-0655939 E:3505230
LMP	40-50	----

Referencia: D.S. N° 085-2003-PCM.

Cuadro 10: Sonido y GPS de la Qda. Zaragoza-CRECIENTE.

Referencia	Sonido (dB)	GPS (UTM)
Punto 01: Área Bañistas.	65	N:18M-0655456 E:9505557
Punto 02: 200 m. aguas arriba del puente.	53	N:18M-06556653 E:9505286
Punto 03: 200 m. aguas abajo del puente.	55	N:18M-0655999 E:3505456
LMP	40-50	----

Referencia: D.S. N° 085-2003-PCM.

Cuadro 11: Aire Qda. Zaragoza- VACIANTE Y CRECIENTE.

Referencia	Aire/Vaciante			Aire/Creciente		
	Parámetros			Parámetros		
	H ₂ S µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	SO ₂ µg/m ³	H ₂ S µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	SO ₂ µg/m ³
Punto 01: Área Puente Pte. Zaragoza.	1,80	1,10	1,10	1,50	0,90	0,80
Punto 02: 200 m. aguas arriba.	1,20	1,00	1,10	1,10	0,70	0,70
Punto 03: 200 m. aguas abajo.	1,30	1,10	1,20	1,10	0,80	0,70
LMP	150	100	80	150	100	80

Referencia:

H₂S: D.S. N° 003-2008-MINAM.

NO₂: D.S. N° 074-2001-PCM (Anual) y 200 en 1 h.

SO₂: D.S. N° 074-2001-PCM (Anual) y 20 en 24 h (D.S. N° 003-2008-MINAM).

DISCUSIONES.

Se basa fundamentalmente, en los resultados encontrados, durante el proceso de desarrollo del proyecto de investigación, en sus tres etapas: pre-campo, de campo y postcampo y en las estaciones propuestas. De tal manera, que estos resultados, alcancen el criterio necesario, para comprender el grado de contaminación, de cada uno de los parámetros propuestos, en la Matriz de Consistencia; teniendo presente, los LMP, de la norma peruana (D.S. N° 015-2015-MINAM) y normas internacionales, referidos a estas actividades. Nuestro proyecto de investigación, encontró los siguientes valores:

➤ **Parámetro pH**

Se refiere fundamentalmente, a la acidez o alcalinidad de una solución, donde se determina el número de Iones Hidronio (H_3O^+), presentes en determinadas sustancias, definido, como el Logaritmo negativo en base 10, de la actividad de los Iones Hidrógeno; donde, las concentraciones de los iones H^+ y Iones OH^- , son cantidades muy pequeñas (**SAWYER-2000**).

$$pH = - \text{Log} (H^+)$$

ZEE-BELLAVISTA-MAZÁN-2008, determino para la Quebrada Visto Bueno (Rio Mazan), un $pH=6,5$; para la Quebrada Ramírez (Rio Amazonas), un $pH=6,3$; para la Quebrada Momoncillo (Rio Momón), un $pH=6,25$. La FIQ-UNAP-2002, estableció un $pH=6,4$ para la Quebrada Yarina-Pueblo (Rio Ucayali-Contamana). Sin embargo el pH encontrado en el proyecto de investigación desarrollado, alcanzó un valor promedio de 8,71, de tal forma, que todos los valores hallados están dentro los LMP (6,5-9,0; D.S. N° 015-2015-MINAN). De lo que podemos comentar, referido al valor del pH (8,71), de nuestro proyecto, se debe a factores externos (Poblaciones asentadas en sus orillas, instalaciones de granjas: pollos, cerdos, ganados, vertidos de aguas cremas, etc), que elevaron este valor, frente a los demás.

➤ **Oxígeno Disuelto**

Es la cantidad de oxígeno, que está disuelta en el agua. Es un indicador, de cuán contaminada está el agua o de lo bien que se encuentra y ser soporte de la vida vegetal y animal.

Se tiene, trabajos desarrollados en investigaciones como **CÁCERES-2001** que reporta un valor de Oxígeno Disuelto entre 3,39 y 4,08 mg/L. Igualmente, **ZEE-BELLAVISTA-MAZÁN-2008**, reporta valores de oxígeno, en Quebradas como: Quebrada “Ramírez” de 3,2 mg/L, Quebrada “Visto Bueno” de 4,4 mg/L y Quebrada Momoncillo de 7,0 mg/L. En el trabajo de investigación realizado, sobre las aguas de la Quebrada Zaragoza, nos reportan valores de OD, en las estaciones siguientes: creciente 8,13 mg/L y vaciante 7,97 mg/L. Siendo los LMP ≥ 5 mg/L (D.S. N° 015-2015-MINAM). Esto indica, que los valores reportados por Cáceres, quebrada Ramírez y Visto Bueno, se hallan fuera del LMP. La Quebrada Momoncillo y Zaragoza se hallan dentro los LMP de la norma peruana.

Además, estudios científicos, sugieren que valores entre 4 y 5 mg/L, de OD, representan la mínima cantidad que soportará una gran y diversa población de peces. El nivel de Oxígeno Disuelto en las buenas aguas de pesca, generalmente tiene 9 mg/L. Si los niveles de OD, bajan de 5 mg/L, las especies acuáticas, tendrán problemas de subsistencia. Niveles de Oxígeno, entre 1 y 2 mg/L, muchas especies acuáticas, no sobrevivirán. De tal manera, que la concentración de OD, en la Quebrada Zaragoza, es aceptada para la vida de especies acuáticas.

➤ **Dióxido de Carbono**

El Dióxido de Carbono (CO₂) es un gas incoloro, inodoro y vital para la vida en la Tierra. Este compuesto químico, encontrado en la naturaleza, está compuesto de un átomo de carbono unido con dos enlaces covalentes dobles a dos átomos de oxígeno. Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del Oxígeno.

Estudios hechos por, **ZEE-BELLAVISTA-MAZÁN-2008**, respecto al CO₂ reportan valores encontrados en las Quebradas: Quebrada “Ramírez” (20 mg/L), Quebrada “Visto Bueno” (20 mg/L) y Quebrada “Momoncillo” (14 mg/L). Los análisis realizados en la quebrada Zaragoza, nos indican valores: en época de vaciante un promedio de 10,32 mg/L. La normatividad peruana, no indica valores límites para este parámetro. Sin embargo, podemos decir que, valores elevados de CO₂, en un cuerpo de agua, contribuyen con la

acidez; toda vez, que el agua al reaccionar con el CO_2 , se convierte en una molécula de ácido carbónico.

➤ **Alcalinidad**

La alcalinidad del agua, es la medida de su capacidad, para neutralizar ácidos. Esta alcalinidad de las aguas naturales, se debe principalmente a las sales de ácidos débiles, aunque las bases débiles o fuertes también puede contribuir.

Estudios hechos en quebradas, como Visto Bueno, Momoncillo y Ramírez, reportan valores, como sigue (12 mg/L), (16 mg/L) y (40 mg/L). Los valores encontrados en nuestro estudio de investigación, de la Quebrada Zaragoza, reporta un valor promedio de 19,17 mg/L. La norma peruana no establece estándares para este parámetro, sin embargo, podemos decir, que el valor encontrado posibilita la neutralización del cuerpo de agua de la Quebrada Zaragoza, que reporta valor relativamente Alcalina (8,71), debiendo ser acida por su origen.

➤ **Dureza Total, Calcio y Magnesio**

La dureza del agua, es la capacidad de una muestra, para precipitar jabón o es la suma de las concentraciones de calcio y magnesio; ambas expresadas, en mg/L como CaCO_3 .

ZEE-BELLAVISTA-MAZÁN-2008, realizo análisis en Quebradas como Visto Bueno (8 mg/L como CaCO_3), Momoncillo (12 mg/L como CaCO_3) y Ramírez (40 mg/L como CaCO_3). En la Quebrada Zaragoza, motivo de nuestro proyecto de investigación, encontramos un valor de Dureza Total, igual a 9,32 mg/L como CaCO_3 . La normatividad peruana determina un LMP de 200 mg/L como CaCO_3 (D.S. N° 002-2008-MINAM), lo que indica que el cuerpo de agua de la Quebrada Zaragoza, es blanda y espumea frente al jabón. Así mismo, los valores de la dureza del Ca y Mg (5,57 y 3,75 mg/L como CaCO_3), coadyuvan y confirman la escasa dureza del agua de dicha quebrada.

➤ **Cloruros**

Los cloruros, son compuestos que llevan un átomo de cloro en estado de oxidación formal (-1). Por tanto, corresponden al estado de oxidación más

bajo de este elemento ya que tiene completada la capa de valencia con ocho electrones.

Existen trabajos de investigación realizados, en Quebradas de origen amazónico, en particular en la región Loreto, como: Quebrada Visto Bueno (10,0 mg/L), Momoncillo (20,0 mg/L) y Ramírez (20,0 mg/L), (**ZEE-BELLAVISTA-MAZÁN-2008**). En el trabajo de investigación que realizamos, encontramos que los cloruros, reportan un valor promedio de 6,81 mg/L, debido que la acidez es relativamente básica.

➤ **Conductividad**

Conductividad es la propiedad de aquello que es conductor (Es decir, que tiene la facultad de conducir). Se trata de una propiedad física que disponen aquellos objetos capaces de transmitir la electricidad o el calor. El agua pura, es un conductor pobre de la electricidad. Son las impurezas del agua, como las sales disueltas, las que permiten que el agua conduzca electricidad.

Algunos trabajos desarrollados por investigadores, establecen valores de la conductividad en algunas Quebradas como: Quebrada Adán (10,0 $\mu\text{S/cm}$), Quebrada Yutucocha (10,0 $\mu\text{S/cm}$), Quebrada Hatuncocha (30,0 $\mu\text{S/cm}$), Quebrada Sta. María del Ojeal (30,0 $\mu\text{S/cm}$), (**ZEE-BELLAVISTA-MAZÁN-2008**). Los valores de la conductividad encontrados en el trabajo de investigación realizado, alcanzan un promedio de 23,34 $\mu\text{S/cm}$. La norma peruana indica un LMP de 1000 $\mu\text{S/cm}$ (D.S. N° 015-2015-MINAM). Lo que indica que todos los valores reportados, se encuentran dentro de la normatividad propuesta; de tal forma, que la conductividad encontrada en la Quebrada Zaragoza, es relativamente baja.

➤ **Aceites y Grasas**

Son triglicéridos o también llamados ésteres de la glicerina, con ácidos grasos de larga cadena de hidrocarburos que generalmente varían en longitud. Cuando un triglicérido es sólido a temperatura ambiente, se le conoce como grasa y si se presenta como líquido, se dice que es un aceite. En bioquímica, grasa es un término genérico para designar varias clases de lípidos.

Existen algunos trabajos de investigación desarrollados en cuerpos de aguas referidos a este parámetro, como: **ZEE-BELLAVISTA-MAZAN-2008**; que estudio estos parámetros en las Quebradas de: Adán-Rio Mazan (0,80 mg/L), Francisco de Orellana-Rio Napo (2,04 y 0,31mg/L), Q. Ramírez (2,29 mg/L-Barrio Florido-Rio Amazonas). El valor promedio encontrados en nuestro trabajo de investigación es de 1,00 mg/L. La norma peruana indica un LMP de 5,00 mg/L (**D.S. N° 015-2015-MINAM**). Lo que indica que todos los valores indicados, incluyendo el nuestro, están dentro los LMP de la normatividad indicada.

Coliformes Totales

La denominación genérica coliformes, designa a un grupo de especies bacterianas, que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante, como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

Los coliformes se introducen en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales que comprende la totalidad del grupo y los coliformes fecales, aquellos de origen intestinal.

Coliformes Termotolerantes

Las bacterias como coliformes fecales, forman parte del total del grupo coliforme. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal, es el *Escherichia coli*.

Estas bacterias colifórmicas, tanto totales como termotolerantes, se determinan no solo por las excretas fecales de los animales y humanos; sino también, por la descomposición orgánica de los vegetales y la descomposición de animales, incluyendo el plancton y fitoplancton. En el trabajo de investigación realizado, encontramos, que estos parámetros se encuentran en el orden de: coliformes totales en vaciante; 9,00 UFC/100 mL y 2,00 UFC/100 mL para Coliformes termotolerantes. En creciente, los coliformes totales indican un valor de 5,00 UFC/100 mL y 1,00 UFC/100 mL para Coliformes Termotolerantes. La normatividad peruana indica 2000

UFC/100 mL para Coliformes Termotolerantes (**D.S. N° 015-2015-MINAM**) y para coliformes totales 3000 UFC/100 mL (**D.S. N° 002-2008-MINAM**).

De tal forma, que las aguas de la Quebrada Zaragoza, se encuentran dentro los LMP, aceptadas por la legislación peruana. Sin embargo, estas aguas no pueden ser ingeridas, necesitando para ello, previo tratamiento químico y/o hervida.

Metales pesados: Cd, Ba, Pb

Estos metales pesados en cualquier cuerpo de agua expresan, toxicidad y sobre todo peligrosidad a la salud humana y especies acuáticas. Produciendo en algunos casos, enfermedades cancerígenas.

El **Cd**, es un metal pesado persistentes y bio acumulativos y afectan a la capacidad reproductiva, al desarrollo del feto, causan desórdenes del sistema nervioso, tóxicos a organismos acuáticos, cancerígenos, entre otros. Al aumentar la temperatura, aumentan la captación y los efectos tóxicos, mientras que el aumento de la salinidad o de la dureza del agua, los hace disminuir. La toxicidad del Cd, es variable en los peces; los salmónidos, son especialmente susceptibles. Se han notificado efectos sub letales en los peces, en particular malformaciones de la espina dorsal. Las fases biológicas más susceptibles, son el embrión y la larva joven; los huevos son los menos vulnerables. El **Ba**, es otro metal pesado, al igual que el Cd tóxico al organismo de los seres vivos, causa trastornos cardíacos, vasculares y nerviosos (Aumento de presión arterial). Se considera fatal una dosis de 0,8 a 0,9 gramos como Cloruro de Bario (De 550 a 600 miligramos de Bario). La contaminación del agua por Bario, puede provenir principalmente de los **residuos de perforaciones**, de efluentes de refinerías metálicas o de la erosión de depósitos naturales. Del **Pb**, podemos decir, que es otro metal pesado tóxico, al igual que los dos anteriores. Una intoxicación crónica de Plomo y sus derivados, produce el saturnismo. La persona tiene aliento fétido, anemia intensa, alteraciones digestivas. Son frecuentes las complicaciones cardiovasculares, renales y nerviosas.

Sin embargo, podemos decir que el proyecto de investigación, realizó los análisis respectivos de estos tres parámetros (Ba, Cd y Pb), indicando

ausencia de los mismos en las dos estaciones (Vaciente y Creciente), conforme indican los cuadros: **06 y 07, indicados.**

CONCLUSIONES.

Las conclusiones, se basan fundamentalmente en los resultados y discusiones realizadas con cada uno de los elementos paramétricos, teniendo en cuenta lo determinado en el cuadro N° 08. Orientados en todo caso, a lo dispuesto por la norma legal peruana y las internacionales.

El **pH**; encontrado en la Quebrada Zaragoza, alcanza un promedio de 8,71. De acuerdo a la norma peruana, el LMP, para cuerpos de aguas superficiales de la selva, es de 6,5-9,0 (D.S. N° 015-2015-MINAM). Indica que este valor es relativamente alcalino, siendo que por naturaleza tendría valores por debajo de 5,00; debido a que se trata de un cuerpo de agua de origen amazónico. Sin embargo, el valor obtenido, representa que, en dicha Quebrada, existen factores externos, que le modifican su originalidad o valor natural.

De acuerdo al análisis realizado en la Quebrada Zaragoza, indica que el valor obtenido del **Oxígeno Disuelto** en el agua, es de 8,05 mg/L. Siendo el valor límite mayor o igual que 5,0 mg/L, según la normatividad peruana. De tal manera, que, de acuerdo a los resultados obtenidos, la existencia de las especies acuáticas (Flora y fauna), está garantizado.

Dióxido de Carbono; en el proyecto de investigación realizado, encontramos un valor promedio de CO₂, equivalente a 10,32 mg/L. Este valor nos indica, que el cuerpo de agua de la Quebrada Zaragoza, recibe un valor que no altera, sobre manera el pH encontrado (8,71); puesto que, se aprecia que se trata de una Quebrada ligeramente alcalina.

Alcalinidad; referido a este parámetro, encontramos un valor promedio de 19,17 mg/L, que representa el total de iones: Hidróxidos, Carbonatos, Nitratos, Sulfatos, etc. Que ayudan a la neutralización del cuerpo de agua de la Quebrada Zaragoza. La normatividad peruana, no determina valores límites para este indicador.

Tanto la **Dureza Total, como la Dureza de Calcio y Magnesio**, son indicadores paramétricos que se relacionan entre sí. De tal forma que la sumatoria de la Dureza del Calcio y Magnesio, nos indica el valor total de dureza alcanzado. En el proyecto desarrollado en la Quebrada Zaragoza, encontramos valores promedios (Dureza Total: 9,32 mg/L; Dureza de Calcio

5,57 mg/L y Dureza de Magnesio 3,75 mg/L). Siendo el LMP de estos parámetros en la legislación peruana de 200, 75 y 30 mg/L (D.S. N° 015-2015-MINAM). Esto indica, que se trata de un cuerpo de agua, de características blandas, que reaccionan fácilmente con compuestos jabonosos.

Cloruros, este parámetro indica la posibilidad de mantener acida, neutra o básica el pH de un cuerpo de agua. De tal forma que los Cloruros son indicadores fundamentales de la acidez y basicidad. En el proyecto de investigación desarrollado, encontramos un valor promedio de Cloruros, igual a 6,81 mg/L; siendo, el LMP en la legislación peruana de 250 mg/L y de la OMS.

Referente a la **Conductividad Eléctrica**, la Quebrada Zaragoza nos indica un valor promedio de 23,34 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo el LMP, de acuerdo a la legislación peruana, igual a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (D.S. N° 015-2015-MINAM). Indica, que el cuerpo de agua analizado, contiene pocos iones en suspensión, aproximándose a los valores de la Alcalinidad.

Los **Coliformes Totales y Termotolerantes**, representan materia microorgánica, producida por descargas fecales, en particular de humanos. En nuestro proyecto de investigación, reportamos valores paramétricos promedios, de la siguiente manera: Coliformes Totales (7,00 UFC/100 mL) y Coliformes Termotolerantes (2,00 UFC/100 mL). Siendo los LMP en la legislación peruana, valores iguales a: 3000 y 2000 UFC/100 mL. Esto indica, que dichas aguas no son aptas para el consumo humano, debiendo ser cero para ello; de tal forma, que, para consumirla, debe ser tratada previamente con sustancias químicas o en todo caso, hervirlas.

A/G: Teniendo en cuenta que este parámetro, en el trabajo de investigación realizado, alcanzó un valor promedio de 1,00 mg/L, relativamente bajo, frente al LMP de la legislación peruana (5,00 mg/L). Nos indica, que el cuerpo de agua de la Quebrada Zaragoza, acepta vida orgánica de las especies acuáticas que allí habitan.

RECOMENDACIONES.

Siendo las recomendaciones el espacio final del proyecto de investigación, hemos considerado propicio establecer recomendaciones, que justifiquen y avalen lo descrito en la discusión y conclusión:

- **El pH**, es un parámetro fundamental, para considerar si unos cuerpos de agua contienen mayor o menor posibilidad de especies acuáticas en ella. En el estudio realizado, encontramos que el pH promedio, es igual a 8,71. Si bien es cierto, que los LMP, de la legislación peruana, establece un valor de 6,5-9,0; sabemos que, estas aguas, por su origen amazónico, tienden a ser acidas, que para el consumo humano es necesario tratarlo, mediante un proceso físico o químico.
- Se recomienda, para mantener el **Oxígeno Disuelto** de este cuerpo de agua, en condiciones aceptables para la vida acuática, realizar campañas de sensibilización a la población asentada en ella o cercana al lugar, sobre todo, a escolares de los centros educativos, de inicial, primaria y secundaria. También, a la población adulta, mediante los clubes de madres, asociaciones deportivas, religiosas, culturales, etc.
- Es necesario, tener presente el valor promedio obtenido de los **A/G** (1 mg/L), en la Quebrada Zaragoza, sabiendo que el LMP, por la legislación peruana es de 5 mg/L. De tal forma, que este valor no debe de incrementarse en dichas aguas, para mantener el equilibrio de la vida acuática. Esto es factible, mediante campañas de educación a la población cercana, para no arrojar residuos sólidos o líquidos conteniendo cuerpos grasos.
- Se recomienda, que los **Coliformes Totales y Termotolerantes**, no obstante estar dentro los LMP, propuesto por la legislación peruana (3000 y 2000 UFC/100 mL; D.S. N° 015-2015-MINAM). No debe consumirse directamente, sino con previo tratamiento químico o hervidas.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

1. LEY GENERAL DEL AMBIENTE: LEY N° 28611.
2. FIQ-UNAP 2002 Análisis de aguas de Quebradas de San Juan Bautista, de las Quebradas: Corrientillos, Gorila y Tocón, Municipalidad de San Juan Bautista, Loreto.
3. FIQ-UNAP 2002 Análisis de aguas de Quebradas: Yarina-Pueblo (Comunidad Nativa Shetebo), Río Ucayali-Contamana, para establecer el grado de contaminación de los cuerpos de agua, Loreto.
4. ZEE-BALLAVISTA-MAZÁN 2008 Estudios hechos a las Quebradas: "Ramírez" (Río Amazonas), Quebrada "Visto Bueno", (Río Mazán), Quebrada "Momoncillo" (Río Momón).
5. PROYECTO ZEE-MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES PROPUESTA DE MESOZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PASTAZA Y MORONA-2006.
6. TRELLES, R. A. El problema sanitario de las aguas destinadas a la bebida humana con altos contenidos de arsénico, vanadio y flúor. *Saneamiento* 34 (217), pp. 31-38; 1978.
7. PELLERANO R. Determinación de plomo en aguas superficiales por Espectrofotometría en Fase Sólida, Universidad Nacional Del Nordeste Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Argentina; 2005.
8. MIRONOV O.G. El efecto de la contaminación por petróleo en flora y fauna del Mar Negro. En *Proceedings Conferencia FAO sobre la contaminación marina y sus efectos sobre recursos y pescados que viven*. Roma Diciembre, 1997.
9. VARGAS DE MAYO C. CEPIS – Métodos simplificados de análisis microbiológicos Coliforme Fecal. Determinación del número más probable de coliforme fecal por la técnica de los tubos múltiples. Lima, Perú. 1983.
10. SAWYER C. N.; PERRY L. QUÍMICA PARA INGENIERÍA AMBIENTAL, Cuarta edición, Mc Graw – Hill, Bogotá, Colombia, Pag. 408, 2000.
11. DE ZUANE J. *Handbook of Drinking Water Quality* (2nd edición). John Wiley and Sons. ISBN 0-471-28789-X, 1997.

12. Estándar de la Agencia de Protección Ambiental (EPA-1997).
13. APHA. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington. 1265-pp.
14. GARCÍA-ALZATE-2002. Análisis Físicoquímico y Biológico Comparado en Dos Quebradas de Alta Montaña Neotropical, Quindío, Colombia.
15. CÁCERES S.G., (Asesor de Tesis de grado: Evaluación de la calidad del agua de la microcuenca Qda. Honda), Ancash, Perú, 2001.
16. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), 1985.
17. R.M. N° 141-2011-MINAM (Ratificación de lineamiento para la aplicación de LMP).
18. D.S. N° 002-2006-MINAM: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES, EN AGUAS TERRITORIALES.
19. DIGESA-(Dirección General de Salud)-2005, 2006 y 2007.
20. PATIÑO S.O.F., ESTUDIO FÍSICO-QUÍMICO DE LA QUEBRADA PADRE DE JESÚS. 2011.
21. BALVANERA P. Y COTLER H. (2007), Acercamientos al estudio de servicios eco sistémicos. Gaceta Ecológica 84-85: 8-16pp.
22. ROMMEL J., Cuenca Hidrográfica. SALTAV-1975.
23. VÁZQUEZ F.A., Calidad de Aguas Superficiales – Método Gráfico, FACENA, Vol.15, 1999.
24. MANZANO A.M., Alcalinidad del Agua Madrid. 2009.
25. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Organismo Público, Técnico Especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente. El OEFA, es el ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental- SINEFA (Ley N° 29325), 2013.
26. Ley N° 28611: Ley General del Ambiente (Parte pertinente). Publicada el 15 de Octubre de 2005.
27. D.S. N° 015-2015-MINAM Límites Máximos Permisibles, en aguas territoriales; DS: N° 002-2006-MINAM: Límites Máximos Permisibles, en aguas territoriales (Modificado por el D.S., anterior).
28. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), 2000.

29. D.S. N° 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido. 2003.
30. D.S. N° 003-2008-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire. 2008.
31. D.S. N° 074-2001-PCM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del aire.

REFERENCIA WEB

- (a) <http://www.unjbg.edu.pe/coin2/pdf/013-2009.pdf>.
- (b) <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7018/2/114142.pdf>.
- (c) http://es.wikipedia.org/wiki/Usuario:SyrusBlack/Mirador_Grau.
- (d) http://www.wwf.org.mx/wwfmex/prog_cuencas.php.
- (e) <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/fulltext/manual/Fase%20III%20EI%20Muestreo-parte2.htm>.
- (f) <http://roble.pntic.mec.es/~mbedmar/iesao/quimica/quees.htm>.
- (g) <https://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura>.
- (h) http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/temperatura.htm.
- (i) http://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Agua/Documentacion/Parametros/OxigenoDisuelto.htm.
- (j) <http://www.lenntech.es/por-que-es-importante-el-oxigeno-disuelto-en-el-agua.htm>.
- (k) http://www.elsitiodelagua.com/i/biblioteca/C_cualidades_del_agua.pdfua.
- (l) http://www.elsitiodelagua.com/i/biblioteca/C_cualidades_del_agua.pdf.
- (m) [http://books.google.com.pe/books?id=FA5Jr7pXF1UC&pg=PA224&lpg=PA224&dq=s%C3%B3lidos+totales+disueltos+\(ST+D\)&source=bl&ots](http://books.google.com.pe/books?id=FA5Jr7pXF1UC&pg=PA224&lpg=PA224&dq=s%C3%B3lidos+totales+disueltos+(ST+D)&source=bl&ots).
- (n) <http://www.fluidforce.com/glosario/55-dioxido-de-carbono.html>.
- (o) <http://www.mailxmail.com/curso-agua-calidad-contaminacion-1-2/parametros-quimicos-calidad-aguas-cloruros-sulfatos>.
- (p) https://www.whitman.edu/chemistry/edusolns_software/DurezaDelAgua.pdf.
- (q) <http://www.ccoo.es/Publicaciones/DocSindicales/toxico.html>.
- (r) <http://www.lenntech.es/plomo-y-agua.htm>.

ANEXO

Cuadro 12: Estudio Físico-Químico y Bacteriológico, de la Quebrada Zaragoza, Ciudad de Nauta –Loreto. (Matriz de Consistencia).

Problema	Objetivo	Hipótesis	VARIABLES	Indicadores	Índices	Informantes	Responsables
¿En qué medida, podemos estudiar la contaminación de las aguas de la Quebrada Zaragoza?	Estudiar Física-Química y Bacteriológicamente, la Quebrada Zaragoza, Ciudad de Nauta - Loreto.	Se ha estudiado física, química y bacteriológicamente el 100%, de los parámetros indicados de la Quebrada Zaragoza.	Independiente: Contaminación de Parámetros Ambientales.	Determinación de parámetros. Ubicación geográfica. Puntos de monitoreo.	Análisis de parámetros in situ y en el laboratorio. Coordenadas-UTM - Punto 01: Área Bañistas - Punto 02: 200 m aguas arriba del puente. - Punto 03: 200 m aguas abajo del puente.	>Internet >Biblioteca Central UNAP. >Biblioteca Central FIQ.	Tesistas.
			Dependiente: Aguas de la Quebrada Zaragoza.	Análisis- calidad agua. Análisis bacteriológica.	# de análisis in situ: pH, Temperatura, Caudal, Transparencia, Conductividad Eléctrica, Sólidos TDS, Dióxido de Carbono. # de análisis en el laboratorio: Oxígeno Disuelto, Cloruros, Alcalinidad Total, Dureza Total, Dureza de Calcio, Dureza de Magnesio, Aceites y Grasas, Nitratos, Nitritos, Pb, Ba y Cd, Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes.	Laboratorio. Bibliografía.	Tesistas. FIQ-UNAP. Laboratorio LEMA-FIQ-UNAP
				LMP	Norma Legales: - D.S. N° 002-2008-MINAM. - RM N° 141-2011-MINAM (Ratificación de lineamiento para la aplicación de LMP), Ley General del Ambiente - Ley N° 28611. - Organización Mundial de la Salud (OMS), 1995. Otros: - PLUSPETROL NORTE-SUCURSAL DEL PERÚ. - CEPSA-GEMA (Contratista).	Laboratorio. Bibliografía.	Tesistas.

Fuente: Elaboración propia-2016.

GALERÍA DE FOTOS

Foto 18: Tesista en el laboratorio.



Foto 19: Analizando Nitratos y Nitrito.



Foto 20: Vista de la Qda. Zaragoza.



Foto 21: Vista de la Qda. Zaragoza.



Foto 22: Midiendo Caudal.



Foto 23: Midiendo Caudal.



Tabla 01: Valores promedios en vaciante y creciente

Parámetros	Vaciante	Creciente	Promedió
Q	0.58	1.4	1
Transp.	27.67	27	27.34
Temp.	8.333	6.667	7.5
Cond.	20	26.67	23.34
TDS	11	14.67	12.84
pH	8.6	8.82	8.71
O2	7.97	8.13	8.05
CO2	9.8	10.83	10.32
Alc.	17.5	20.83	19.17
Col. Tot.	9	5	7
Col. Fec.	2	1	2
Cl-	6.99	6.63	6.81
Dza. Tot.	8.5	10.13	9.32
Dza. Ca	5.07	6.07	5.57
Dza. Mg	3.43	4.07	3.75
A/G	1.2	0.8	1
Nitratos	10.8	8.667	9.734

